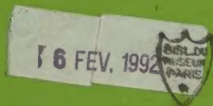
ISSN 0181-1576

CRYPTOGAMIE

BRYOLOGIE LICHENOLOGIE

TOME 13 Fascicule 1 1992



PUBLICATION TRIMESTRIELLE
AVEC LE CONCOURS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Janvier 1992

CRYPTOGAMIE
Bryologie-Lichénologie

ANCIENNE REVUE BRYOLOGIQUE ET LICHÉNOLOGIQUE
Fondée par T. Husnot en 1874

Directeur scientifique: Mme S. Jovet-Ast
Rédaction: Mme H. Bischler, M. D. Lamy
Editeur: A.D.A.C. - 12 rue Buffon F-75005 Paris.

MANUSCRITS

Les manuscrits doivent être adressés (en 2 exemplaires) à la rédaction de Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie. L'avis d'un lecteur au moins sera requis avant accord pour publication. Bien qu'étant une revue de langue française, les articles rédigés en anglais, allemand, italien et espagnol sont acceptés. Les disquettes de micro-ordinateur (IBM, IBM compatible, et MacIntosh) sont vivement souhaitées. Les recommandations aux auteurs sont publiées dans le fascicule 1 de chaque tome. Les auteurs recevront 25 tirés-à-part gratuits; les exemplaires supplémentaires seront à leur charge.

TARIFS DES ABONNEMENTS Tome 13, 1992

CRYPTOGAMIE comprend trois sections: Algologie, Bryologie-Lichénologie, Mycologie.

Pour une section:	France: (326 F ht) 332,85 F ttc -	Étranger: 357,00 F
Pour les 3 sections:	France: (918 F ht) 937,28 F ttc -	Étranger: 1000,00 F

Paiement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de:
A.D.A.C. - CRYPTOGAMIE (CCP La Source 34 764 05 S), et adressé à:
A.D.A.C. 12, rue Buffon, F-75005 Paris.

CRYPTOGAMIE, Bryologie-Lichénologie est indexé par *Biological Abstracts, Chemical Abstracts*, Publications bibliographiques du CNRS (Pascal).

CRYPTOGAMIE

BRYOLOGIE LICHENOLOGIE

TOME 13 FASCICULE 1 1992

CONTENTS

P. BOUDIER - *Tortula rigescens* Broth. & Geh. (Pottiaceae - Musci), new for the European bryoflora (In French) 1

R. GAUTHIER - Discovery of *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr. and *Sphagnum warnstorfii* Russow in Spain (In French) 7

J.P. HÉBRARD, R. LOISEL and H. GOMILA - Study on the effect of clearing on the bryophyte layer present in several shrubby or arboreous formations on siliceous substratum of the Maures massif (Var, France) (In French) 15

J. MARTINEZ-ABAIGAR and A. EDERRA - Bryoflora of Iregua River (La Rioja, Spain) (In Spanish) 47

A. APTROOT, W.O. van der KNAAP and J. JANSEN - Twelve new lichens for Portugal collected from the Serra da Estrela (In English) 71

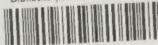
Bibliography (Bryophytes) 75

Bibliography (Lichens) 81

Informations 89

Instructions to authors 92





TORTULA RIGESCENS BROTH. & GEH. (POTTIACEAE - MUSCI), NOUVEAU POUR LA BRYOFLORE EUROPÉENNE

P. BOUDIER

Muséum de Chartres, 12, rue St-Michel - 28000 CHARTRES

RÉSUMÉ - A partir de récoltes effectuées à St-Crépin (Hautes-Alpes, France), *Tortula rigescens* Broth. & Geh. est signalé comme nouveau pour la bryoflore européenne. Parmi les autres espèces remarquables, notons *Tortula caninervis* (Mitt.) Broth. subsp. *spuria* (Amann) W. Kramer var. *spuria* dont c'est la deuxième mention pour la France. *Tortula rigescens* est illustré; l' écologie de *T. rigescens* et de *T. caninervis* est précisée et des cartes de répartition ont été établies.

ABSTRACT - *Tortula rigescens* Broth. & Geh. has been collected for the first time in Europe, and *Tortula caninervis* (Mitt.) Broth. subsp. *spuria* (Amann) W.Kramer var. *spuria*, for the second time in France at St-Crépin (Hautes-Alpes, France). *Tortula rigescens* is illustrated. The ecological characteristics and distribution maps of both species are given.

En herborisant dans l'une des stations à *Juniperus thurifera* L. de la vallée de la Durance, au-dessus du village de St-Crépin (Hautes-Alpes), nous avons récolté entre les pierres d'un vieux muret, plusieurs Tortules dont l'une s'avéra être *Tortula rigescens* Broth. & Geh., espèce connue uniquement par 3 récoltes du Moyen-Orient (El-Oqlah & *et al.* 1988, Herrnstadt *et al.* 1991). Parmi les autres espèces, signalons *Tortula caninervis* (Mitt.) Broth. subsp. *spuria* (Amann) W.Kramer var. *spuria* qui n'était connu en France que d'une seule station des Alpes-Maritimes (Werner & Hébrard 1986).

Tortula rigescens Broth. & Geh. en France

Morphologie (Fig. 1)

A l'état sec, la plante présente l'aspect d'un *Tortula ruralis* un peu chétif, aux feuilles du sommet des tiges faiblement contournées et resserrées en bourgeon (Fig. 1: 1). A l'état humide les feuilles s'arquent vers l'extérieur. Le limbe, localement bistratifié (Fig. 1: 5), est révoluté jusqu'au 1/3 supérieur (Fig. 1: 2) et se prolonge par un long poil blanc, fortement denté (Fig. 1: 2, 4 et 8). La nervure porte des propagules sphériques sur la face ventrale dans le 1/3 supérieur alors que sa partie dorsale, brun-rouge, est couverte de fortes papilles à pointes aigues ou en haltère (Fig. 1: 6).

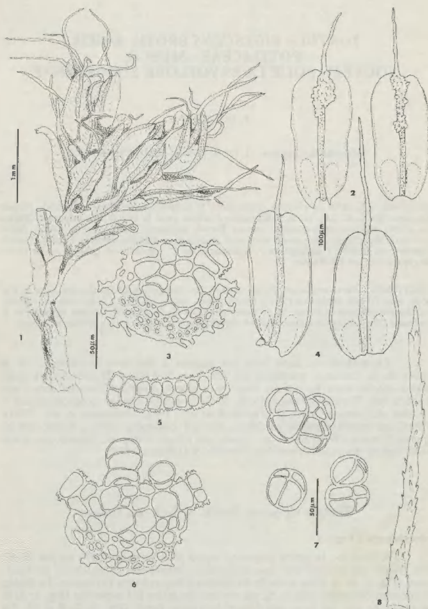


Fig. 1: *Tortula rigescens* Broth. & Geh., St-Crépin (Hautes-Alpes), herb. PB/3235. 1. Plante entière sèche. 2. Feuilles entières, face ventrale. 3. Coupe transversale de la nervure foliaire (zone sans propagules). 4. Feuilles entières, face dorsale. 5. Coupe transversale partielle du limbe. 6. Coupe transversale de la nervure (zone avec propagules). 7. Propagules. 8. Poil foliaire.

W. Frey, à qui nous avons soumis notre matériel, a pu confirmer la similitude des plantes du Moyen-Orient et de St-Crépin. Notre échantillon présente des feuilles légèrement émarginées (fig. 1: 2 et 4), caractère que nous avons retrouvé sur les spécimens de Transjordanie que nous a communiqués W. Frey. Les plantes de St-Crépin sont abondamment propagulifères, les propagules étant souvent plus nombreuses que sur le matériel de Transjordanie. Nous avons même noté sur certaines feuilles le développement, en petit nombre, de propagules à la face dorsale au niveau de la jonction du limbe et de la nervure. Dans la section *Rurales*, *Tortula rigescens* est caractérisé par ses propagules foliaires, la plante n'étant connue qu'à l'état stérile (Kramer 1980).

Localisation

France - Hautes-Alpes: St-Crépin, muret de pierres sèches dans une friche au-dessus du village, 970 m; U.T.M. 1x1: LQ . 10 . 53, 8 mai 1991, herb. PB 3235, dupl. R.B. Pierrot (Dolus), W. Frey (Berlin).

Ecologie

Tortula rigescens a été récolté sur substrat calcaire argilo-graveleux, dans une petite cavité formée par les pierres d'un muret, mêlé à quelques tiges de *Tortula inermis* (Brid.) Mont. et de *Bryum argenteum* Hedw. var. *lanatum* (P. Beauv.) Hampe. En exposition sud-ouest et en situation très abritée, cette station offre des conditions de sécheresse et de xérothermie optimales.

Sur les pierres du même muret , plus exposées aux intempéries, végètent: *Aloina rigida* (Hedw.) Limpr c.sp., *Bryum argenteum* Hedw. var. *lanatum* (P. Beauv.) Hampe, *B. bicolor* Dicks., *Didymodon acutus* (Brid.) K. Saito, *Grimmia anodon* B.& S. c. sp., *Pottia lanceolata* (Hedw.) C.Müll. c. sp., *Pterygoneurum ovatum* (Hedw.) Dix. c. sp., *Tortula caninervis* (Mitt.) Broth. subsp. *spuria* (Amann) W. Kramer var. *spuria*, *T. inermis* (Brid.) Mont. c. sp., *T. ruralis* (Hedw.) Gaertn., Meyer & Scherb., *Weissia condensa* (Voit) Lindb. c. sp.

Tortula caninervis (Mitt.) Broth. subsp. *spuria* (Amann) W. Kramer var. *spuria* dans les Hautes-Alpes (France) (Carte 1)

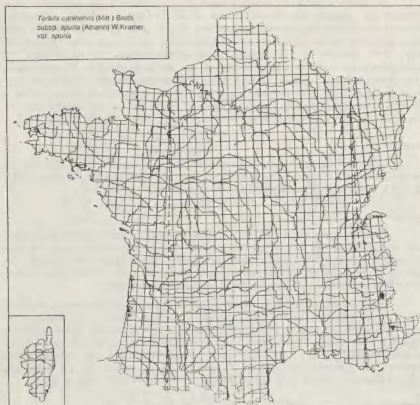
Tortula caninervis (Mitt.) Broth. subsp. *spuria* (Amann) W. Kramer var. *spuria* a été récolté à deux reprises:

- d'une part, sur les pierres d'un muret dans une friche (même site que celui à *T. rigescens*);

- d'autre part, sur des affleurements de calcschiste dominant la station à *Juniperus thurifera* L. Ces rochers calcaires, en exposition générale sud-ouest, sont très friables et recouverts de particules fines. Ils affleurent dans un peuplement lâche de Pins sylvestres de petite taille faisant peu d'ombrage.

Cette deuxième station se localise de la manière suivante: France, St-Crépin, 1050 m, UTM 1X1: LQ . 11 . 53, herb. PB/3231-A et 3232-A.

C'est la première fois que ce *Tortula* est observé en situation naturelle en France. Il a été récolté sur deux rochers, associé aux espèces suivantes:
Récolte n°3231: *Aloina rigida* (Hedw.) Limpr. c. sp., *Barbula unguiculata* Hedw., *Encalypta vulgaris* Hedw. c. sp., *Grimmia anodon* B. & S. c. sp., *G.*



Carte 1. - Répartition de *Tortula caninervis* (Mitt.) Broth. subsp. *spuria* (Amann) W. Kramer var. *spuria* en France dans le réseau UTM 20x20.
▲ Localité antérieurement connue (Werner & Hébrard 1986)
● Nouvelle localité

orbicularis Bruch ex Wils. c. sp., *Pterygoneurum ovatum* (Hedw.) Dix. c. sp., *T. muralis* Hedw., *Weissia* sp.
Récolte n°3232: *Bryum argenteum* Hedw. var. *lanatum* (P. Beauv.) Hampe, *Didymodon acutus* (Brid.) K. Saito, *Pterygoneurum ovatum* (Hedw.) Dix. c. sp., *Tortula atrovirens* (Sm.) Lindb. c. sp., *T. inermis* (Brid.) Mont. c. sp.

Sur un autre affleurement de calcschiste, la présence de *Grimmia poecilostoma* Card. & Séb. avec des sporogones est à signaler. Corley *et al.* (1981) l'incluent dans le complexe du *Grimmia tergestina* Tomm. ex B., S. & G. dont il semble difficile de le séparer à l'état stérile. Par contre sa capsule oblique, nettement ventrue, avec une soie arquée, l'éloigne incontestablement du groupe *tergestina*. Par ailleurs comme le signale Héribaud (1899), nous avons pu constater qu'une grande partie des spores était avortée, ce qui pourrait indiquer une origine hybride (?). En l'état actuel de nos connaissances, il nous semble préférable de conserver l'individualité spécifique de ce taxon comme le proposent Anderson *et al.* (1990) dans la liste des Muscinées de l'Amérique du



Carte 2. - Répartition générale de *Tortula rigescens* Broth. & Geh. ---- Limite des continents (Eu = Europe; As = Asie; Af = Afrique)
Δ Localités asiatiques d'après EL-Oqlah *et al.* (1988) et Herrnstadt *et al.* (1991)
● Nouvelle localité française.

Nord. Des études caryologiques pourraient constituer une approche pour mieux situer l'origine de cette espèce.

CONCLUSION

Tortula rigescens Broth. & Geh. est une espèce rarissime n'ayant fait l'objet que de 4 récoltes à ce jour (carte 2). Sa découverte dans les Alpes françaises élargit notablement son aire de répartition qui inclut donc à la fois l'est et l'ouest méditerranéen. De nouvelles recherches seront nécessaires pour préciser s'il s'agit d'une découverte ponctuelle liée à une implantation accidentelle dans une niche écologique isolée ou si ce *Tortula* était resté jusqu'ici méconnu dans le sud-est de la France et dans l'ouest méditerranéen.

La découverte en situation naturelle de *Tortula caninervis* (Mitt.) Broth. subsp. *spuria* (Amann) W. Kramer var. *spuria* dans le département des Hautes-Alpes milite en faveur d'une implantation ancienne.

Cependant, de tels sites ont été fortement modifiés et influencés par l'activité humaine ce qui peut laisser penser que les nouvelles conditions écologiques ainsi créées, ait pu permettre une extension des aires de répartition de telles espèces dans l'ouest méditerranéen comme le suggèrent Werner & Hébrard (1986).

Le Genévrier thurifère caractérise, dans le centre et le sud de l'Espagne, ainsi qu'en Afrique du Nord, des zones thermophiles arides montagnardes. En France continentale, il est très localisé, notamment dans quelques points des Alpes de Haute-Provence , des Alpes-Maritimes et des Hautes-Alpes. Il n'est pas impossible qu'une exploration systématique de ces stations permette d'ap-

porter des informations nouvelles sur les Muscinées les plus remarquables découvertes à St-Crépin.

REMERCIEMENTS. - Nous tenons à remercier vivement W. Frey (Inst. Bot., Berlin) qui a bien voulu examiner notre matériel et mettre à notre disposition un spécimen de référence, ainsi que J.-P. Hébrard (U.F.R., Marseille) et R.-B. Pierrot (Dolus) pour leurs remarques. Nous remercions également Mme Bischler (Muséum Paris) pour ses traductions et J. Sapaly (Aurillac) qui a établi les coordonnées UTM des différentes stations.

BIBLIOGRAPHIE

ANDERSON L.E., CRUM H.A. and BUCK W.R., 1990 - List of mosses of North America North of Mexico. *Bryologist* 93 (4): 448-499.

CORLEY M.F.V., CRUNDWELL A.C., DÜLL R., HILL M.O. and SMITH A.J.E., 1981 - Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synomyms from the recent literature. *J. Bryol.* 11: 609-689.

EL-OQLAH A.A., FREY W. and KÜRSCHNER H., 1988 - *Tortula rigescens* Broth. et Geh. (Pottiaceae), a remarkable species new to the moss flora of Jordan. *Lindbergia* 14: 27-29.

HÉRIBAUD J., 1899 - Les Muscinées d'Auvergne. Clermont-Ferrand, 544p.

HERRNSTADT I., HEYN C.C. & CROSBY M.R., 1991 - A checklist of the mosses of Israel. *Bryologist* 94 (2): 168-178, 1 fig.

KRAMER W., 1980 - *Tortula* Hedw. sect. *Rurales* De Not. (Pottiaceae, Musci) in der östlichen Holarktis. *Bryophyt. Biblioth.* 21, 165 pp. 29 pl.

WERNER J. & HEBRARD J.-P., 1986 - *Tortula caninervis* (Mitt.) Broth. subsp. *spuria* (Amann) W. Kramer var. *spuria* (Pottiaceae, Musci) à Touët-sur-Var (Alpes-Maritimes), nouveau pour la bryoflore de France. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 7(4): 487-493.

DÉCOUVERTE DE *SPHAGNUM FUSCUM* (SCHIMP.) KLINGGR. ET DE *SPHAGNUM WARNSTORFII* RUSSOW EN ESPAGNE

Robert GAUTHIER

Herbier Louis-Marie, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, Canada, G1K 7P4

RÉSUMÉ - *Sphagnum fuscum* et *Sphagnum warnstorfii*, deux éléments boréaux rares dans le sud-ouest de l'Europe, ont été observés pour la première fois en Espagne, dans les Pyrénées catalanes. L'habitat de chaque espèce est décrit et leur répartition dans l'ensemble des Pyrénées est présentée.

ABSTRACT - *Sphagnum fuscum* and *Sphagnum warnstorfii*, two boreal species which are rare in southwestern Europe, have been observed for the first time in Spain, in the catalan part of the Pyrénées. The habitat of each species is described and their distribution in the whole of the Pyrénées is presented.

INTRODUCTION

Chez les sphaignes, *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr. et *Sphagnum warnstorfii* Russow comptent parmi les éléments boréaux dont l'aire de répartition européenne, continue dans sa partie septentrionale, se fragmente au voisinage de l'Atlantique (Daniels & Eddy 1985). Sans doute plus répandues à l'époque tardi-glaciaire, ces espèces boréales ont trouvé refuge dans les chaînes montagneuses du sud-ouest de l'Europe où les conditions environnementales se rapprochent sensiblement de celles des régions boréales où elles prolifèrent dans les habitats propices des tourbières de basse altitude.

La chaîne des Pyrénées, avec son altitude élevée et sa grande étendue, peut être considérée comme une région potentiellement propice aux sphaignes et notamment à certains éléments boréaux déjà présents dans les massifs montagneux voisins. Les études consacrées aux sphaignes des Pyrénées sont cependant peu nombreuses. De plus, aucun ouvrage de synthèse n'a encore paru de sorte que la connaissance de la flore sphagnologique pyrénéenne est encore très fragmentaire

Sphagnum fuscum et *Sphagnum warnstorfii*, tous deux présents sporadiquement en France, ont déjà été observés dans les Pyrénées françaises mais n'avaient, jusqu'à ce jour, jamais été observés en Espagne (Casas Sicart 1981). Une excursion dans les Pyrénées catalanes, organisée en juillet 1990 par deux bryologues de Barcelone, Mmes Casas et Brugués, nous a permis de découvrir l'existence de ces deux sphaignes dans cette partie des Pyrénées.

RÉPARTITION

Sphagnum fuscum (Schimp.) Klinggr.

Sphagnum fuscum est une espèce rare en France, cantonnée aux massifs montagneux (Vosges, Jura, Massif Central), à des altitudes supérieures à 800m. Sa présence dans les Pyrénées vient d'être redécouverte dans la réserve naturelle du Néouvielle où les stations se répartissent entre 2175m et 2290m (Gauthier 1990). Cette localité constituait jusqu'alors la limite méridionale de l'aire de répartition de cette espèce en Europe.

La première localité espagnole de *Sphagnum fuscum* est aussi située dans les Pyrénées, à 1870m d'altitude, au lieu-dit Aiguamotx, dans le vallon Banys de Tredós, un vallon exposé au nord qui fait partie du Vall d'Aran. Le Vall d'Aran, immense vallée orientée est-ouest, appartient toutefois au versant septentrional de la chaîne pyrénéenne, contrairement au reste des Pyrénées espagnoles qui occupent plutôt le versant méridional de la chaîne. De par cette situation géographique particulière, cette nouvelle localité de *Sphagnum fuscum* s'apparente à celle du Néouvielle dont elle n'est d'ailleurs éloignée que d'environ 65km à vol d'oiseau en direction est-sud-est. Cette localité, située légèrement plus au sud que le Néouvielle, devient donc la nouvelle limite méridionale de l'espèce en Europe (Fig. 1).

Sphagnum warnstorfii Russ.

Les localités les plus occidentales de *Sphagnum warnstorfii* en Europe continentale se situent en France, à la fois en altitude dans le Massif Central et en plaine dans la région parisienne (Dismier 1927, Daniels & Eddy 1985). Dans les Alpes-Maritimes, les quelques stations observées récemment se répartissent entre 1800 et 2160m d'altitude (Gauthier & Polidori 1988). *Sphagnum warnstorfii* demeure toutefois une espèce rare en France (Augier 1966). Il a été signalé pour la première fois dans les Pyrénées, en Haute-Ariège, par Marcailhou d'Aymeric (1898) sous le nom de *Sphagnum acutifolium* Ehrh. var. *gracile* Russow, sans indication de localité précise. Chalaud & Bousquet



Fig. 1. - Répartition de *Sphagnum fuscum* et de *Sphagnum warnstorfii* dans les Pyrénées.

(1938) indiquent que les échantillons des frères Marcailhou d'Aymeric ont malheureusement été détruits.

En 1937, *Sphagnum warnstorfii* a été de nouveau observé en Haute-Ariège, au col du Puymorens où il "forme, avec *S. acutifolium* Ehrh. [= *S. nemoreum* Scop.], le fond de la végétation des tourbières (1800-1850 m)..." (Chalaud & Bousquet 1938). Cette observation a été confirmée par Courtejaire (1957) mais n'apparaît toutefois pas sur la carte de répartition européenne de *Sphagnum warnstorfii* présentée par Daniels & Eddy (1985).

Des travaux dans les herbiers bryologiques du Laboratoire de cryptogamie du Muséum national d'histoire naturelle de Paris ont permis la découverte d'un second échantillon de *Sphagnum warnstorfii* recueilli dans les Pyrénées françaises par P. Allorge en 1949. Cette localité se situe plutôt dans la partie ouest de la chaîne, sur le flanc sud-ouest du Pic du Midi d'Ossau, vers 2060m d'altitude. De plus, en 1988, nous l'avons nous-mêmes observé à peu de distance de cette localité, soit au sud du lac de Bious-Artigues vers 1430m d'altitude et le long du Gave de Bious, au lieu-dit Bious-Dessus vers 1540m d'altitude.

En Espagne, *Sphagnum warnstorfii* a été observé à quelques reprises dans les Pyrénées catalanes au cours de notre excursion de juillet 1990. Tout comme *Sphagnum fuscum*, *Sphagnum warnstorfii* est présent dans le Vall d'Aran, sur la commune de Tredós au lieu-dit Aiguamotx à 1870m d'altitude et dans le même vallon, au lieu-dit Banys de Tredós, au pont sur le torrent à 1600m d'altitude. Il a aussi été observé sur le versant pyrénéen méridional, dans la région de Pallars Sobirà. L'une des deux stations se trouve à environ 2300m d'altitude, au-dessus du lac Gerber dans l'Esterri d'Aneu. L'autre station se situe sur la commune d'Espot, près du lac Trascuro à 2080m d'altitude.

L'examen d'échantillons conservés à l'Université autonome de Barcelone permet toutefois d'affirmer que *Sphagnum warnstorfii* avait déjà été récolté en Espagne en 1959 par Mme C. Casas. Cette toute première localité espagnole se situe elle aussi dans les Pyrénées catalanes, à peu de distance des précédentes, dans la région de Pallars Jussà, près de Boi, dans le vallon de Sant-Nicolau, aux Prats d'Aiguadasi.

Les localités espagnoles de *Sphagnum warnstorfii* se situent à des latitudes similaires à celles des montagnes de Bulgarie qui constituent, selon Daniels & Eddy (1985), la limite méridionale de répartition de cette espèce en Europe (Fig. 1).

La liste de nos récoltes et des échantillons examinés est donnée en annexe. Nos récoltes sont conservées à l'Herbier Louis-Marie de l'Université Laval, Québec (QFA). Des duplicata de chacune sont déposés dans l'herbier de l'Unité de botanique, Département de biologie animale, de biologie végétale et d'écologie, Université autonome de Barcelone, ainsi que dans l'herbier bryologique du Laboratoire de cryptogamie, Muséum national d'histoire naturelle de Paris (PC).

HABITAT

Toutes les stations de *Sphagnum fuscum* et de *Sphagnum warnstorfii* que nous avons observées dans les Pyrénées catalanes se situent au niveau des forêts de pin à crochets (*Rhododendro-Pinetum uncinatae*), dans l'étage subalpin de la région biogéographique boréoalpine.

Sphagnum fuscum (Schimp.) Klinggr.

La station de *Sphagnum fuscum* observée dans le Vall d'Aran se trouve dans une forêt humide et très clairsemée de *Pinus uncinata*[1] à sous-étage de *Rhododendron ferrugineum*. La pente du terrain est faible et exposée à l'est. La résurgence des eaux d'infiltration dans le secteur maintient le sol constamment humide. Ici et là, quelques ruisselets à faible débit ont pu se former, témoignant de l'abondance des eaux en circulation près de la surface du sol. Cette abondante humidité du sol a permis l'installation d'une flore tourbicole particulièrement variée, favorisée par le développement d'une microtopographie en buttes et dépressions. Alors que les buttes sont surtout couvertes de *Rhododendron ferrugineum*, les dépressions sont plutôt occupées par des groupements herbacés hygrophiles très diversifiés où abondent surtout *Molinia caerulea* et *Juncus pyrenaeus*. A ces deux derniers viennent s'ajouter bon nombre d'espèces à exigences élevées, témoignant de la richesse nutritive du site.

Sphagnum fuscum est une espèce reconnue pour sa propension à former des buttes (ou hummocks) de hauteur variable. Celles qu'il forme à Aiguamotx sont de bonne taille: la plus élevée atteint 73 cm de hauteur. Curieusement, toutes les buttes observées entourent la base d'un tronc de pin. Il est difficile d'affirmer qui, du pin ou de la sphaigne, a permis l'installation de l'un ou de l'autre. Seul un examen de la stratigraphie de la tourbe pourrait apporter une réponse.

La couverture des buttes par *Sphagnum fuscum* est variable. Pour certaines, elle est totale. C'est le cas de la butte la plus élevée. Sur d'autres, *Sphagnum fuscum* partage la couverture bryophytique avec *Sphagnum nemoreum*, *Sphagnum magellanicum* ou encore *Pleurozium schreberi*. Toutefois, les pousses de ces muscinées ne s'entremêlent pas; elles forment des colonies qui se juxtaposent seulement. Seules des pousses de *Polytrichum strictum* émaillent quelques colonies de *Sphagnum fuscum*.

La végétation phanérogamique reste diffuse sur l'ensemble des buttes avec une prédominance de *Calluna vulgaris* auquel s'associe *Vaccinium myrtillus*. D'autres arbustes sont présents, le plus souvent par pieds isolés et restreints à l'une ou l'autre butte. Ce sont *Vaccinium uliginosum*, *Rhododendron ferrugineum* et *Juniperus communis*. Le nombre d'espèces de plantes herbacées parsemant les buttes est nettement plus élevé que celui des arbustes, même si dans l'ensemble la couverture réalisée par chacune d'elles demeure très faible. De plus, bon nombre d'entre elles n'apparaissent que sur une seule butte. *Potentilla erecta* est la plus fréquente, suivie de *Carex nigra*, *Scirpus cespitosus*, *Eriophorum angustifolium*, *Drosera rotundifolia* et *Succisa pratensis*.

Sur la butte la plus basse de même qu'à la partie inférieure de certaines buttes plus élevées, apparaissent des espèces plus exigeantes en éléments nutritifs dont l'approvisionnement est assuré par les eaux circulant à proximité. Ce sont *Carex davalliana*, *Polygala vulgaris*, *Equisetum variegatum*, *Tofieldia calyculata*, *Dactylorhiza maculata*, *Melampyrum pratense* et *Selinum pyrenaeum*.

L'édification d'une butte a comme conséquence l'affranchissement progressif de la végétation qu'elle porte de l'influence des eaux minéralisées en circulation dans les couches inférieures de la tourbe. C'est ainsi que les espèces exigeantes énumérées auparavant sont repoussées au pourtour des buttes élevées. Toutefois, certaines espèces, telles *Equisetum hyemale* et *Juncus pyrenaeus* réussissent à se maintenir au sommet de buttes élevées grâce à un puissant

[1] La nomenclature des plantes vasculaires adoptée est celle de Flora Europaea.

système souterrain leur permettant d'aller puiser en profondeur les éléments nutritifs nécessaires à leur survie.

L'habitat de *Sphagnum fuscum* au Vall d'Aran diffère notablement de celui du Néouvielle où toutes les colonies se situent à proximité immédiate de l'eau en très grande abondance, soit des lacs ou encore des ruisseaux ou torrents. Au Vall d'Aran, un seul mince filet d'eau coule à proximité des buttes de *Sphagnum fuscum*. De plus, dans le Néouvielle, toutes les buttes de *Sphagnum fuscum* se situent totalement hors du couvert forestier alors qu'au Vall d'Aran, *Sphagnum fuscum* est nettement associé à la présence de *Pinus uncinata* dont la couverture demeure toutefois plutôt clairsemée. Les différences altitudinales des deux localités sont aussi notables: 1870m au Vall d'Aran alors qu'au Néouvielle l'altitude des stations varie de 2175 à 2290m. Par contre, l'acidité des eaux en mouvement est similaire; le pH atteint 6,7 au Vall d'Aran alors qu'il s'échelonne entre 5,7 et 7,4 au Néouvielle.

***Sphagnum warnstorfii* Russ.**

Les quelques stations de *Sphagnum warnstorfii* découvertes dans les Pyrénées catalanes montrent une certaine diversité dans l'habitat de cette sphaigne. Quelques colonies situées au dessus du lac Gerber furent observées sur de petits îlots de tourbe en marge d'un petit étang. *Aulacomnium palustre* et *Sphagnum warnstorfii* forment l'essentiel de la végétation bryophytique de ces ilots. Les phanérogames les plus abondantes sont *Nardus stricta, Carex nigra, Selinum pyrenaeum* et *Pinguicula vulgaris*.

Sphagnum warnstorfii croît aussi dans les scirpaies de *Scirpus cespitosus*. L'une d'elles, située au lac Trascuro, est constituée d'un gazon continu de *Scirpus* parsemé de *Potentilla erecta* et *Eriophorum angustifolium*. La surface de la tourbe est bosselée par des buttes de *Sphagnum nemoreum*. Au-dessus du lac Gerber, la scirpaie se compose plutôt de brosses isolées de *Scirpus cespitosus* parsemant la tourbe humide qui colmate les interstices d'un petit champ de blocs. L'ensemble est en pente légère et l'eau suinte de la tourbe. Quelques individus isolés de *Carex nigra, Bartsia alpina* et *Pinguicula vulgaris* se joignent au *Scirpus*.

Dans cette même localité, une colonie de *Sphagnum warnstorfii* s'est développée au pied d'un énorme rocher émergeant d'une pelouse sèche à *Nardus stricta* et *Festuca eskia*. *Nardus stricta, Viola palustris* et *Vaccinium myrtillus* parsèment la colonie de *Sphagnum warnstorfii*.

Dans le Vall d'Aran se trouvent les deux seules prairies humides dans lesquelles croît *Sphagnum warnstorfii*. Toutes deux comportent un cortège floristique assez diversifié. A Aiguamotx, *Molinia caerulea, Juncus pyrenaeus* et *Scirpus cespitosus* dominent, accompagnés surtout de *Potentilla erecta* et *Calluna vulgaris*. A Banys de Tredós, la prairie est surtout formée de *Molinia caerulea, Scirpus cespitosus* et *Carex nigra*. La potentille et la callune sont aussi présentes mais très dispersées. Aux deux sites, *Succisa pratensis, Drosera rotundifolia, Pedicularis sylvatica, Dactylorhiza maculata* et *Selinum pyrenaeum* entre autres, sont communs. Aux deux endroits, *Sphagnum warnstorfii* ne forme que de petites colonies très dispersées. A Banys de Tredós, *Sphagnum contortum* croît le long de ruisselets qui parcourent la prairie humide. A Aiguamotx, *Sphagnum warnstorfii* apparaît au voisinage des buttes de *Sphagnum fuscum* en compagnie de *Sphagnum papillosum* et *Sphagnum subnitens*.

Sphagnum warnstorfii croît aussi en petites colonies le long des ruisselets à débit apparemment continu. A Aiguamotx, un ruisselet coule à travers un en-

semble disparate de petites buttes tourbeuses et de dépressions dans lesquelles apparaît le sol minéral. *Sphagnum warnstorfii* y croît sur les buttes en compagnie principalement de *Carex davalliana*, *Carex panicea*, *Primula farinosa* et *Valeriana dioica*. Au-dessus du lac Gerber, un ruisselet coule à travers les rochers. Sur l'un d'eux, s'est installé un petit groupement à *Carex sempervirens*, *Nardus stricta* et *Sphagnum warnstorfii* parsemé de quelques pieds de *Calluna vulgaris* et de *Pinguicula vulgaris*.

Au lac Trascuro cette fois, c'est en marge d'un ruisselet coulant sous la forêt de *Pinus uncinata* et *Rhododendron ferrugineum* que *Sphagnum warnstorfii* a été observé. Là encore, il s'est étalé sur un rocher, formant une colonie à travers laquelle poussent *Calluna vulgaris*, *Scirpus cespitosus*, *Carex davalliana*, *Pinguicula vulgaris* et un petit *Pinus uncinata*.

Alors que dans les Alpes-Maritimes, *Sphagnum warnstorfii* est confiné aux zones d'écoulement d'eau visible en surface (Gauthier & Polidori 1988), dans les Pyrénées catalanes il n'est pas restreint à ce type d'habitat. Il n'occupe pas non plus de site à pente forte comme c'est le cas dans les Alpes-Maritimes; au contraire, les pentes sur lesquelles il se trouve sont le plus souvent faibles et même nulles dans certains cas. Dans les deux régions, on note toutefois que sa présence est associée à celle d'autres plantes tourbicoles caractérisées par des exigences nutritives plutôt élevées. L'amplitude altitudinale des stations pyrénéennes dépasse celle des stations des Alpes-Maritimes: 1600 à 2300m contre 1800 à 2100m.

CONCLUSION

La découverte de *Sphagnum fuscum* et de *Sphagnum warnstorfii* en Espagne porte à 27 le nombre total d'espèces de sphaignes dans ce pays en se référant à la toute récente liste des mousses d'Espagne dressée par Casas en 1991. Pour les Pyrénées catalanes, ces deux additions portent à 22 le nombre total de sphaignes de cette partie de la chaîne pyrénéenne (Casas de Puig 1972).

Le faible nombre de récoltes de *Sphagnum fuscum* et de *Sphagnum warnstorfii* réalisées jusqu'à maintenant nous porte à croire, malgré notre connaissance fragmentaire des sphaignes des Pyrénées, que ces deux espèces sont rares dans l'ensemble de cette chaîne montagneuse. Localement, lorsque les conditions de l'habitat sont propices, l'une et l'autre espèces se dispersent en plusieurs colonies. Alors que *Sphagnum fuscum* forme généralement de grandes populations serrées et continues, couvrant le plus souvent des buttes de hauteur variable, *Sphagnum warnstorfii* ne s'élève que modestement au-dessus du sol, formant des colonies plutôt lâches ne couvrant que quelques dm^2 de surface. La présence de *Sphagnum fuscum* restreinte au versant nord de la chaîne pyrénéenne découle sans doute de la dépendance directe de cette sphaigne des précipitations qui sont plus abondantes sur le versant nord que sur le versant sud. Ces dernières doivent être suffisamment abondantes pour assurer l'approvisionnement en eau et conséquemment en éléments nutritifs de *Sphagnum fuscum*. A l'inverse, l'existence de *Sphagnum warnstorfii* est plutôt en relation étroite avec la constance de l'approvisionnement et la richesse des eaux qui s'écoulent en surface du sol. De telles conditions de vie favorables à *Sphagnum warnstorfii* sont présentes à la fois sur les deux versants de la chaîne pyrénéenne.

Malgré ces différences d'exigences écologiques apparemment opposées, *Sphagnum fuscum* et *Sphagnum warnstorfii* arrivent à croître ensemble sur la

tourbe, pourvu que l'alimentation en eau par ruissellement demeure suffisante. Ils ont d'ailleurs été observés côte à côte à Aiguamotx où *Sphagnum fuscum* ne formait qu'une petite colonie croissant au ras du sol, prélude à l'édification d'une nouvelle butte.

La difficulté d'approvisionnement en eau de *Sphagnum fuscum* n'apparaît qu'au moment où la butte qu'il érige lui-même atteint une hauteur telle que la montée de l'eau du sol par capillarité à travers la tourbe, jusqu'à atteindre les pousses vivantes en surface, ne suffit plus à combler les pertes encourues par évapotranspiration. C'est à ce moment précis que d'abondantes précipitations peuvent prendre le relais de la montée capillaire de l'eau tellurique. A la hauteur de la butte viennent s'ajouter la décomposition et le tassement de la tourbe pour ralentir encore la circulation de bas en haut de l'eau du sol.

Relique tardi-glaciaire dans les Pyrénées, *Sphagnum fuscum* a persisté jusqu'à aujourd'hui et se maintient en édifiant constamment de nouvelles buttes quoique, apparemment, à un rythme particulièrement lent car les petites colonies de départ, situées au ras du sol, sont très rares aujourd'hui. Un assèchement du climat des Pyrénées au cours de la période postglaciaire a pu mettre en péril la survie de *Sphagnum fuscum*, notamment sur le versant méridional de la chaine, et même le cantonner à des stations particulièrement bien arrosées du versant septentrional.

Seules des études microclimatiques des stations de *Sphagnum fuscum* combinées à des études stratigraphiques des dépôts de tourbe pourront apporter des éclaircissements sur le comportement actuel et passé de cette sphaigne boréale dans les Pyrénées.

REMERCIEMENTS. - L'auteur tient à exprimer sa profonde gratitude à Mmes C. Casas et M. Brugués de l'Université autonome de Barcelone qui l'ont invité à séjourner en Catalogne en juillet 1990. Des remerciements s'adressent aussi à l'Institut catalan d'histoire naturelle, filiale de l'Institut d'études catalan, pour le support financier accordé lors de ce séjour. Les prospections dans les Pyrénées françaises et l'étude des échantillons au Laboratoire de cryptogamie du Muséum national d'histoire naturelle de Paris ont été réalisées au moment où l'auteur y séjournait à titre de professeur associé à l'initiative du professeur L. Lacoste, directeur de ce laboratoire. Qu'il trouve ici l'expression de la vive gratitude de l'auteur. Celui-ci remercie également M. D. Lamy du Laboratoire de cryptogamie, Muséum national d'histoire naturelle de Paris pour la documentation mise à sa disposition et M. B. Thouret du Laboratoire de cartographie de l'Université Laval qui a dessiné la carte de répartition.

RÉFÉRENCES

AUGIER J., 1966 - Flore des bryophytes. Paris: Lechevalier. 702 p.

CASAS C., 1991 - New checklist of spanish mosses. *Orsis* 6: 326.

CASAS DE PUIG C., - 1972 Nueva aportación al estudio de los *Sphagnum* en Cataluña. *Actes IVième Congrès Intern. Etud. Pyrén.* 2(2): 77-82.

CASAS DE PUIG C., 1981 - The mosses of Spain - an annotated checklist. *Treballs Inst. Bot. Barcelona* 7: 157.

CHALAUD G. & BOUSQUET E., 1938 - Les sphaignes de Haute-Ariège. *Ann. Lab. Ax-les-Thermes* 4: 41-48.

COURTEJAIRE J., 1957 - Sur la bryoflore de Haute Cerdagne. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 92(34): 218-222.

DANIELS R.E. & EDDY A., 1985 - Handbook of European Sphagna. Huntingdon: Institute of Terrestrial Ecology. 262 p.

DISMIER G., 1927 - Flore des sphaignes de France. *Arch. Bot.* 1, *Mém.* 1, 63 p.

GAUTHIER R. & POLIDORI J.L., 1988 - Les sphaignes de versant français du massif de l'Argentera-Mercantour, Alpes Maritimes. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 9(1): 136.

GAUTHIER R., 1990 - Note sur la présence de *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr. dans les Pyrénées et sa répartition en France. *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 11(3): 219-234.

MARCAILHOU D'AYMERIC A. & H., 1898 - Catalogue raisonné des plantes phanérogames et cryptogames du bassin de la Haute-Ariège, Canton d'Ax-les-Thermes (Ariège). *Bull. Soc. Hist. Nat. Autun* 11: 241-376.

ANNEXE
Liste des échantillons examinés

Sphagnum fuscum (Schimp.) Klinggr.

ESPAGNE, Prov. Lleida: Vall d'Aran, Tredós, Banys de Tredós, Aiguamotx, (31TCH22); 1870 m, 8 VII 1990, *Gauthier* 10738, 10742.

Sphagnum warnstorfii Russow

ESPAGNE, Prov. Lleida: Pallars Jusà, Boi, Vall de Sant-Nicolau, Prats d'Aiguadasi (31TCH21), 1890m, 2 VII 1959, *Casas* s.n., herb. Univ. auton. Barcelone; Pallars Sobirà, Esterri d'Aneu, étang Negre de Baix, au-dessus du lac Gerber, (31TCH32), 2300m, 7 VII 1990, *Gauthier & Brugués* 10728, 10730, 10731, 10734; Pallars Sobirà, Espot, lac Trascuro (31TCH31), 2080m, 9 VII 1990, *Gauthier, Casas & Brugués* 10750, 10754; Vall d'Aran, Tredós, Banys de Tredós (31TCH22), 1600m, 8 VII 1990, *Gauthier, Casas & Brugués* 10736; *eodem*, Aiguamotx, 1870m, 8 VII 1990, *Gauthier, Casas & Brugués* 10742, 10745.

FRANCE: Pyrénées-Orientales, Col de Puymorens, 1915m, 11 IX 1937, *Chalaud* s.n. Pyrénées-Atlantiques, [flanc sud-ouest du Pic du Midi d'Ossau] sous le lac Peyreget, 2060m, 2 VII 1949, s.n. cf. Allorge; Pyrénées-Atlantiques, Lac de Bious-Artigues, au sud du lac près de l'embouchure du Gave de Bious, 1440 m, 25 VI 1988, *Gauthier & Lacoste* 9170; Pyrénées-Atlantiques, rive droite du Gave de Bious, au lieu-dit Bious-Dessus, 1540m, 25 VI 1988, *Gauthier & Lacoste* 9174, 9176, 9177, 9183; *eodem*, rive gauche, 25 VI 1988, *Gauthier & Lacoste* 9185A.

Cryptogamie, Bryol. Lichénol, 13 (1): 15-46

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE L'EFFET DU DÉBROUSSAILLEMENT SUR LE PEUPLEMENT MUSCINAL, AU NIVEAU DE QUELQUES FORMATIONS ARBORÉES ET ARBUSTIVES RÉPANDUES EN TERRAIN SILICEUX DANS LE MASSIF DES MAURES (VAR, FRANCE)

J.P. HÉBRARD, R. LOISEL et H. GOMILA,

Université d'Aix-Marseille III, Faculté des Sciences et Techniques
de Saint-Jérôme, Laboratoire de Botanique et d'Écologie
Méditerranéenne, Institut Méditerranéen d Écologie
et de Paléoécologie, avenue de l'Escadrille Normandie-Niemen,
F-13397 Marseille, Cedex 13.

RÉSUMÉ - Étude de l'effet du débroussaillement sur le peuplement muscinal de quelques formations arbustives ou arborées (2 cistaies, 3 landes à Éricacées, une pinède de *Pinus pinea*) dans le massif des Maures (substrat siliceux). Du point de vue quantitatif, le débroussaillement entraîne un accroissement significatif du nombre moyen de taxons par relevé, alors que la diversité spécifique demeure pratiquement inchangée. L'analyse qualitative des données (AFC) montre notamment que le débroussaillement s'accompagne d'une augmentation de la quantité d'énergie lumineuse reçue, en particulier à la surface du sol, et d'une diminution de l'humidité édaphique, sauf dans certains cas particuliers ("témoin" sans arbres, pare-feu correspondant arboré).

ABSTRACT - A study on the effect of clearing on the bryophyte layer present in several shrubby or arboreous formations (2 *Cistus* formations, 3 Ericaceae heaths and one *Pinus pinea* forest) in the Maures massif (siliceous substratum). Quantitatively, clearing of the vegetation entails a significant increase in the mean number of taxa per relevé, whereas species diversity remains practically unchanged. Qualitative analysis of the data (FAC) mainly shows that clearing of the vegetation is followed by an increase of the quantity of light energy that is received, especially at soil surface level, and by a decrease of edaphic humidity, except in some particular cases (trees lacking in the undisturbed zone, but present on the corresponding fire break).

INTRODUCTION

Afin de prévenir l'éclosion et surtout la propagation des incendies, responsables chaque année de la destruction de centaines, voire de milliers d'hectares de forêt provençale (Barbero et al. 1988), de vastes programmes de débroussaillement sont mis en oeuvre. La suppression totale ou partielle (pare-feu arboré) des parties aériennes des végétaux ligneux, entraîne une modification plus ou moins profonde de l'architecture et de la structure de la végétation phanérogamique (Piriou 1984, Barbero *et al.* 1987, Bigot, Kabakibi & Loisel 1987 et 1988, Loisel *et al.* 1988).

Dans un précédent article, nous avons présenté les résultats obtenus sur substrat calcaire dans les Bouches-du-Rhône (Hébrard & Loisel 1991), qui concernent notamment l'incidence du débroussaillement sur la dynamique quantitative et qualitative du peuplement bryophytique de divers types de forêts ou de garrigues. Nous avons montré en particulier, que le débroussaillement induit un accroissement de la diversité spécifique et supprime ou atténue, au niveau des pare-feu, le rôle "tampon" que jouent les strates arborée et arbustive, notamment en ce qui concerne la température et l'humidité.

La présente publication est consacrée aux modifications observées sur substrat siliceux dans le massif des Maures (Var), où les conditions écologiques et les formations végétales (landes, cistaies, pinèdes) sont différentes.

RECUEIL DE L'INFORMATION SUR LE TERRAIN

1 - Méthodologie utilisée

Dans la zone "témoin"(1) comme sur la tranchée pare-feu de chacune des quatre stations retenues pour cette étude, des relevés bryophytoécologiques ont été effectués sur des surfaces constantes (1 m^2), matérialisées provisoirement à l'aide d'un cadre démontable. L'abondance-dominance de chaque bryophyte a été chiffrée en utilisant l'échelle de coefficients (+ à 5) de la méthode sigmatiste. En outre, mise à part l'exposition, huit variables stationnelles ont été estimées (pente en °, recouvrement (% de la surface de relevé) des parties aériennes et des arbustes au ras du sol, des strates herbacée, muscinale et lichénique, de la litière (feuilles mortes, débris ligneux) et du sol nu).

2 - Caractérisation des stations et des placettes des relevés

Les stations étudiées sont situées sur la bordure nord-est du massif des Maures, en terrain siliceux (grès fins d'âge permien). Au niveau des tranchées pare-feu, entretenues de façon plus ou moins régulière, la première opération de débroussaillement a porté sur la totalité du sous-bois (seuls les arbres ont été respectés). Hormis dans le cas de la sous-station i (débroussaillement effectué pendant l'hiver 1987-88) elle remonte à une période comprise entre 1969 et 1974.

A - **Première station (F)**: au sud de Vidauban, route D 48, près de Peissonnel (4,5568 G E x 48,2145 G N), altitude 69 m. Situé sous couvert de *Pinus pinea* L. (présence de quelques rares individus de *Quercus pubescens* Willd. subsp. *pubescens*), le "témoin" est une cistaie dense à *Cistus monspeliensis* L. dominant. La strate herbacée, pauvre en espèces, est peu développée (F101, F102), sauf dans les "trouées" où apparaissent *Aira cupaniana* Guss., *Gaudinia fragilis* (L.) Beauv., *Trifolium campestre* Schreber in Sturm, *Sherardia arvensis* L., etc. et où le recouvrement de la litière de feuilles mortes peut être très fort (F103).

Au niveau de la tranchée pare-feu, également bien ombragée par les pins, nos relevés ont intéressé deux types de biotopes:

(1)

Ce terme désigne ici des zones perturbées ou non, mais n'ayant pas subi d'opérations de débroussaillement.

- des zones où le recouvrement des herbacées (entre autres *Vulpia muralis* (Kunth) Nees, *Plantago bellardii* All., *Tuberaria guttata* (L.) Fourr., *Aira cupaniana*) n'excède pas 25% de la surface considérée (F201, F203, F204);

- une pelouse fermée (relevés F202, F205 et F206) avec notamment *Vulpia muralis*, *V. ciliata* Dumort., *Anthoxanthum odoratum* L., *Bromus hordeaceus* L. subsp. *hordeaceus*, *Brachypodium distachyon* (L.) Beauv., *Trifolium subterraneum* L., *Trifolium cherleri* L., *Trifolium campestre*, *Plantago bellardii*, *Plantago lagopus* L., *Gaudinia fragilis*, *Leontodon tuberosus* L.

D'après les observations effectuées sur le terrain, l'humidité édaphique semble varier selon la microtopographie. Elle est en apparence un peu plus élevée dans la placette n° F205 que dans les deux autres (bombements).

■ - **Deuxième station (G):** au sud de Vidauban, bois du Rouquan, au croisement des routes D 48 et D 74 (4,5651 G/E x 48,1825 G/N), altitude 94 m.

Le "témoin" correspond ici à une lande à Éricacées, incluant des clairières avec cistes et *Lavandula stoechas* L. subsp. *stoechas*. Quelques individus isolés de *Quercus suber* L., de *Q. pubescens* subsp. *pubescens* et de *Pinus pinea* ont été notés çà et là.

Dans la lande fermée, la densité d'*Erica scoparia* L. subsp. *scoparia*, de *Calluna vulgaris* (L.) Hull. et d'*E. arborea* L. est telle que la strate muscinale est peu variée et discontinue. Ainsi, des colonies de *Scleropodium purum* et d'*Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* n'apparaissent que par endroits (n° G101). Le sol, fréquemment inondé, demeure longtemps humide (hiver et printemps).

Dans les clairières, occupées par *Cistus monspeliensis*, *C. salvifolius* L., *Lavandula stoechas* subsp. *stoechas*, auxquels s'adjoignent entre autres les herbacées *Leontodon tuberosus*, *Pulicaria odora* (L.) Reichenb., *Aira cupaniana*, *Vulpia* sp. et *Tolpis barbata* (L.) Gaertner, le sol est couvert de lichens du genre *Cladonia* (en particulier *Cladonia rangiformis* Hoffm. var. *pungens* (Ach.) Vain., dominant). En conséquence, la bryostrate est également pauvre et peu développée (n° G102).

Au niveau de la tranchée pare-feu, compte tenu de la pauvreté de la bryoflore, 3 relevés seulement ont été réalisés.

N° G201: petite dépression temporairement humide avec en particulier: *Gaudinia fragilis*, *Carex flacca* Schreber subsp. *serrulata* (Biv.) W. Greuter, *Isoetes durieui* Bory, *Briza maxima* L., *Cicendia filiformis* (L.) Delarbre, *Ranunculus paludosus* Poiret, *Linum trigynum* L.

N° G202: faciès à *Brachypodium distachyon* dominant avec *Centaurium maritimum* (L.) Fritsch, *Pulicaria odora* et *Tuberaria guttata*. L'humidité édaphique est ici probablement plus faible qu'en G201.

N° G203: zone de faible régénération de la strate arbustive (rejets d'*Erica arborea* et de *Calluna vulgaris*), avec *Cistus salvifolius* et quelques herbacées comme par exemple: *Agrostis olivetorum* Godron, *Vulpia* sp., *Aira cupaniana*, *Anthericum liliago* L. Cette placette est en apparence plus sèche que les deux précédentes.

C - Troisième station (H et h): au sud de Vidauban, route D 48, près du Fraisse, altitude 95 m.

- Sous-station H (4,5548 G/E x 48,1730 G/N).

Le "témoin" correspond à une lande basse avec *Calluna vulgaris* (rejets), *Genista pilosa* L., *Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* et *Cistus salvifolius*. De rares individus de *Quercus suber* sont présents.

La strate herbacée est peu développée. La plus grande partie du sol est recouverte par des lichens (en particulier *Cladonia rangiformis* var. *pungens*, *Cladonia cervicornis* (Ach.) Flot. subsp. *cervicornis*, *Cladonia foliacea* (Huds.) Willd. subsp. *foliacea*), alors que les mousses apparaissent par "plaques" au niveau des accumulations de cendres et de charbon de bois. à la date de nos prospections (18 mai 1989), la lande portait en effet les traces d'un incendie remontant probablement à 2 ou 3 ans.

En ce qui concerne la tranchée pare-feu, d'aspect moins xérique (abondance de *Quercus suber*, strate herbacée localement dense), nos relevés ont intéressé 3 biotopes différents. N° H201: situé en limite du "témoin", ce relevé a été effectué dans les "vides", entre les rejets de *Calluna* (zone d'importante régénération).

N° H202: sol dénudé, "faciès" à *Hieracium pilosella* L., avec *Genista pilosa* et rejets épars de *Calluna*.

N° H203: placette un peu plus ombragée que les deux précédentes, située à proximité d'un chêne liège. Présence de *Pulicaria odora*, *Carex flacca* subsp. *serrulata*, *Leontodon tuberosus*.

- Sous-station h (4,5609 G E x 48,1760 G N). Cette sous-station, incendiée à la même époque que H, se trouve dans une ambiance xérique. Le chêne liège, présent au niveau du "témoin" et de la tranchée pare-feu, produit une abondante litière de feuilles mortes qui s'accumule par endroits.

Le "témoin" est une cistaie clairsemée avec *Cistus monspeliensis*, *C. salvifolius*, *Lavandula stoechas* subsp. *stoechas* et *Phillyrea angustifolia* L. La strate herbacée y est à peu près inexistante (h101).

En ce qui concerne le pare-feu, un seul relevé a pu être effectué dans une zone à végétation très éparse. Ainsi, seuls *Tuberaria guttata*, *Briza maxima*, *Asterolinon linum- stellatum* (L.) Duby in DC., *Fumana ericoides* (Cav.) Gand. in Magnier et *Sedum ochroleucum* Chaix in Vill. subsp. *ochroleucum* ont été rencontrés dans la placette h201.

D - Quatrième station (I et i): à l'est de la Basse-Verrerie, près du croisement des routes D 48 et D 558, altitude 78 m.

- Sous-station I (4,5411 G E x 48,1675 G N).

Cette sous-station est située dans une ambiance très xérique (importants affleurements rocheux, sol perméable: sable provenant de la décomposition des grès).

Le "témoin" est une cistaie clairsemée sans arbres (*Cistus monspeliensis*, *C. salvifolius*, *Lavandula stoechas* subsp. *stoechas*). La strate herbacée y est mal individualisée (*Helichrysum stoechas* (L.) Moench subsp. *stoechas*, *Vulpia ciliata*, *Aira* sp. pl., *Briza maxima*, *Odontites lutea* (L.) Clairv.), alors que les lichens (*Cladonia cervicornis* subsp. *cervicornis*, *C. rangiformis* var. *pungens*, *C. foliacea* subsp. *foliacea*, *C. firma* (Nyl.) Nyl.) couvrent localement des surfaces importantes (I102). Dans ces conditions la bryostrate, fort pauvre, n'occupe qu'une place réduite. Notons enfin que le charbon de bois abonde au niveau du sol de la cistaie.

Sur la majeure partie de la tranchée pare-feu, où *Pinus pinea* est fréquent, la végétation phanérogamique est très clairsemée. La strate arbustive n'est représentée que par des pieds épars de cistes et de lavande (relevés n° I201, I202 et I203). Les espèces herbacées (entre autres: *Tuberaria guttata, Plantago bellardii, Asterolinon linum-stellatum, Vulpia muralis, Desmazeria rigida* (L.) Tutin in Clapham, *Trifolium arvense* L., *T. angustifolium* L. et *Tolpis barbata*) sont également très disséminées, sauf dans le cas de la placette I204 où le recouvrement des lichens est fort.

- Sous-station i (4,5370 G,E x 48,1680 G N).

Le "témoin" est une lande fermée à *Erica scoparia* subsp. *scoparia* et *Calluna vulgaris* occupant le fond d'une dépression. Comme dans le cas de la station G, des inondations prolongées se produisent pendant l'hiver et le printemps. La strate herbacée y est pauvre et peu diversifiée (*Agrostis olivetorum, Carex flacca* subsp. *serrulata*).

Le relevé n° i102 a été réalisé au sein même de la lande, alors que la placette i101 est limitrophe de la tranchée pare-feu. Au niveau de cette dernière, l'élimination récente de la totalité de la strate arbustive a entrainé une "explosion" des végétaux herbacés, et notamment des graminées.

Les relevés n° i201 et i202 ont été effectués en lisière du "témoin", à proximité de "trous" encore en eau le 25 mai 1989. Le substrat est constitué par des alluvions sablo-limoneuses, probablement apportées depuis peu par les eaux de ruissellement. Notons enfin que de nombreux taxons de l' *Isoetion* sont présents dans les deux placettes (citons en particulier: *Juncus tenageia* L. fil., *Ranunculus revelieri* Boreau subsp. *rodiei* (Litard.) Tutin, *Isoetes durieui, Cicendia filiformis, Ophioglossum lusitanicum* L., *Juncus* grex *bufonius, Agrostis pourretii* Willd., *Exaculum pusillum* (Lam.) Caruel in Parl.).

Les relevés n° i203 et i204, beaucoup plus éloignés du "témoin" (environ 8 m de distance), se localisent dans une zone bien plus sèche (replat), où des pelouses (*Vulpia muralis, Gaudinia fragilis, Aira cupaniana* en i203, *Agrostis olivetorum* en i204) alternent avec des affleurements de sol nu.

CODAGE DES DONNÉES ET DÉCOUPAGE DES VALEURS DES VARIABLES STATIONNELLES EN CLASSES

(Tableaux N° 1 et 2)

1 - Codage des relevés

Le code des relevés commence par une lettre indiquant la station. Lorsque celle-ci est hétérogène aux plans écologique, floristique, etc., deux sous-stations voisines sont distinguées par la même lettre écrite en majuscule ou en minuscule (troisième et quatrième stations).

Le chiffre des centaines est un 1 pour les relevés réalisés au niveau de la zone "témoin"; c'est un 2 quand les données se rapportent au secteur débroussaillé (tranchées pare-feu).

Le chiffre des unités indique le numéro d'ordre des relevés phytosociologiques effectués sur chaque placette floristiquement homogène d'un mètre carré.

BRYMAU.FLO <-- BRYMAU.ORI, espèces : 30, relevés : 34

	F101	F102	F103	F201	F202	F203	F204	F205	F206	G101	G102	G201	G202	G203	H101	H102	H201	H202	H203	h101	h201	I101	I102	I103	I201	I202	I203	I204	i101	i102	i201	i202	i203	i204	
0755		1		4	2		2	2	3			1		+						+	+			1	5	+	4	1					1	3	>17 Pleurochaete squarrosa
0813				2			+				+	+	+						2		2		1					+					3		>10 Trichostomum mutabile (brachydontium subsp.)
0682					2	2	+	1											+		+			1		+	+	2							>10 Polytrichum juniperinum
0504	4	4			1	2	+	1		2																				1				1	>9 Hypnum cupressiforme (cupressiforme var.)
0067				1			2				+	3	1				+												+		+	1			>9 Archidium alternifolium
0119		2	2		3	2		+	+																1		2								>8 Homalothecium aureum
0154	2	2	1			+		3												2										+					>7 Scleropodium touretii
0324												+	1		+		2	2							+			+							>7 Pleuridium acuminatum
1504											2		2	2												+							1		>5 Campylopus pilifer
0307															2			2		+		+	+												>5 Ceratodon purpureus
0164												+						+													+	+			>4 Bryum alpinum
1029															+		+	+		+															>4 Cephaloziella divaricata
1507																				1	1				2	5									>4 Racomitrium elongatum
0194																													2		3	2			>3 Bryum pseudotriquetrum (pseudotriquetrum var.)
0350										4																				+					>2 Scleropodium purum
0325				+																															>1 Pleuridium subulatum
0710				+																															>1 Didymodon fallax
0311				+																															>1 Cheilothela chloropus
1502						+																													>1 Ceratodon sp.
0309																3																			>1 Ceratodon conicus
0707																+																			>1 Barbula convoluta (convoluta var.)
1508																+																			>1 Bryum dunense
0744																				2															>1 Weissia microstoma (microstoma var.)
0821																				+															>1 Weissia controversa (controversa var.)
0196																						2													>1 Bryum torquescens
1505																														+					>1 Fissidens sp. (section Fissidens)
1506																															2				>1 Fossombronia sp.
1054																																3			>1 Fossombronia loitlesbergeri (wondraczekii var.)
1277																																1			>1 Riccia michelii
1268																																+			>1 Riccia crozalsii

Tableau 1 - Données bryofloristiques: relevés (surface = 1m^2, abondance-dominance: + à 5) effectués au niveau des "témoins" et des tranchées pare-feu dans le massif des Maures. Le n° de code (0067 à 1508) et le nombre de présences (1 à 17) sont précisés pour chaque taxon.

2 - Codage des bryophytes et nomenclature utilisée

La plupart des numéros de code ont été empruntés au formulaire établi par Brisse et Grandjouan (1979), d'après la flore d'Augier (1966). Toutefois, six taxons ont été codés séparément: *Bryum dunense* A.J.E.Sm. et H. Whiteh. = 1508 et *Racomitrium elongatum* Ehrh. ex Frisvoll = 1507 (ne figurent pas dans l'ouvrage précité), *Campylopus pilifer* Brid. (= *Campylopus polytrichoides* De Not., qu'Augier met erronément en synonymie avec *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid.) = 1504, *Ceratodon* sp. = 1502, *Fossombronia* sp. = 1506 et *Fissidens* sp. = 1505 (spécimens non fructifiés, indéterminables au niveau spécifique).

Enfin la nomenclature a été modernisée. Pour les mousses, elle se réfère à Corley et al. (1982): espèces, ainsi qu'à Smith (1978) ou à l'Index Muscorum (Wijk et al. 1969): taxons infraspécifiques. Pour les hépatiques, nous avons utilisé les listes établies par Grolle (1983): espèces et par Düll (1983): variétés.

3 - Découpage des valeurs des variables stationnelles en classes (placettes des relevés)

- L'exposition dominante (Expo) a été codée de la façon suivante: 3 = E, 5 = indéfinie (terrain plat).

Variables Placettes	Pente	Expo	Rah	Rab	Rh	Rm	Rl	Rlit	Rsn
F101	1	5	2	1	2	4	1	2	1
F102	1	5	2	1	1	4	1	2	1
F103	1	5	2	1	1	2	1	5	1
F201	1	5	1	1	2	4	1	1	1
F202	1	5	1	1	3	4	1	1	1
F203	1	5	1	1	2	2	1	4	1
F204	1	3	1	1	2	3	1	3	1
F205	1	3	1	1	4	3	1	1	1
F206	1	5	1	1	4	3	1	1	1
G101	1	5	3	2	3	4	1	1	1
G102	1	5	1	1	2	2	4	1	1
G201	1	5	1	1	4	3	1	1	1
G202	1	5	1	1	5	2	1	1	1
G203	1	5	2	2	4	2	1	1	1
H101	1	5	3	3	1	2	3	1	2
H102	1	5	4	3	1	3	1	2	1
H201	1	5	3	3	1	2	2	1	3
H202	1	5	2	2	1	2	2	1	4
H203	1	5	2	2	3	2	1	2	1
h101	1	5	2	2	1	2	1	4	1
h201	1	5	1	1	1	2	2	4	1
I101	1	5	3	2	1	1	1	5	1
I102	1	5	3	1	1	1	5	2	1
I103	1	5	2	1	1	1	1	3	3
I201	1	5	2	1	1	5	1	1	1
I202	1	5	1	1	2	5	1	1	1
I203	1	5	3	1	2	5	1	1	1
I204	1	5	1	1	3	2	4	1	1
i101	1	5	5	3	3	1	1	1	1
i102	1	5	5	3	3	1	1	1	1
i201	1	5	1	1	3	3	1	1	2
i202	1	5	1	1	3	3	1	1	2
i203	1	5	1	1	3	3	1	1	1
i204	1	5	1	1	4	3	1	1	1

Tableau 2 - Etats des variables stationnelles: relevés effectués au niveau des "témoins" et des tranchées pare-feu dans le massif des Maures.

- Les valeurs du recouvrement (R) des arbustes (Rah = parties aériennes, Rab = base au ras du sol), des strates herbacée (Rh), muscinale (Rm) et lichénique (Rl), de la litière (Rlit: feuilles mortes, débris ligneux, etc ...) et du sol nu (Rsn) ont été réparties en cinq classes:

1 = (très faible; parfois nul, sauf dans le cas de Rm): R < 5% de la surface considérée (1 m2),
2 = (faible): 5% < R ≤ 25%,
3 = (moyen): 25% < R ≤ 50%,
4 = (fort): 50% < R ≤ 75%,
5 = (très fort): R > 75%.

Signalons enfin qu'aucun classement n'a été effectué pour la pente, qui varie seulement dans notre étude de 0 à 2°.

RÉSULTATS

1 - Analyse quantitative

La comparaison du nombre et des classes de présence des taxons de bryophytes recensés respectivement sur les "témoins" et les tranchées pare-feu, a permis une évaluation de la dynamique quantitative brute de la bryoflore sur substrat calcaire après débroussaillement (Hébrard & Loisel 1991). Elle se traduisait en particulier par une plus grande diversité du cortège bryofloristique au niveau des tranchées pare-feu:

- 14 taxons comptabilisés pour les "témoins", contre 26 pour les tranchées pare-feu;

- un peu plus de 57% des taxons rencontrés dans cette dernière situation lui sont propres, contre seulement 21% dans les zones non perturbées.

Il en va tout autrement sur les substrats siliceux du massif des Maures, puisque 21 taxons ont été dénombrés au niveau des "témoins" et 22 sur l'ensemble des tranchées pare-feu. Huit sont propres aux premiers, neuf aux secondes, chacun des taxons n'étant présent que dans un seul relevé (rarement 2: *Scleropodium purum*).

Si le nombre moyen de taxons par relevé est plus élevé pour les pare-feu (m2 = 3,86) que pour les "témoins" (m1 = 2,92, test de Student = 2,10 avec un coefficient de sécurité de 95%), la diversité du cortège bryofloristique est par contre peu modifiée par le débroussaillement. Le second de ces résultats s'explique notamment du fait de l'ouverture importante de la végétation de ligneux des zones "témoin" dans certaines stations et sous-stations étudiées dans les Maures (H, h, I et partiellement G).

On constate d'ailleurs que, mis à part *Scleropodium purum*, les bryophytes observées uniquement dans les zones "témoin" sont toutes des acrocarpes de milieux sensiblement perturbés et des photophiles. Parmi les muscinées présentes à la fois au niveau des "témoins" et des pare-feu, *Pleurochaete squarrosa*, *Polytrichum juniperinum* et, à un degré moindre, *Trichostomum brachydontium* subsp. *mutabile*, *Archidium alternifolium*, *Homalothecium aureum* et *Pleuridium acuminatum* sont plus fréquemment observés dans les zones débroussaillées.

Classes de présence	Tranchées pare-feu	Témoins
Pleurochaete squarrosa	IV	II
Polytrichum juniperinum	III	I
Trichostomum brachydontium subsp. mutabile	II	I
Archidium alternifolium	II	I
Homalothecium aureum	II	I
Pleuridium acuminatum	II	I
Hypnum cupressiforme var. cupressiforme	II	II
Scleropodium touretii	I	II
Ceratodon purpureus	I	II
Campylopus pilifer	I	I
Cephaloziella divaricata	I	I
Racomitrium elongatum	I	I
Bryum pseudotriquetrum var. pseudotriquetrum	I	I
Bryum alpinum	I	.
Didymodon fallax	I	.
Pleuridium subulatum	I	.
Cheilothela chloropus	I	.
Ceratodon sp.	I	.
Fossombronia sp.	I	.
Fossombronia wondraczekii var. loitlesbergeri	I	.
Riccia michelii	I	.
Riccia crozalsii	I	.
Scleropodium purum	.	I
Ceratodon conicus	.	I
Barbula convoluta var. convoluta	.	I
Bryum dunense	.	I
Weissia microstoma var. microstoma	.	I
Weissia controversa var. controversa	.	I
Bryum torquescens	.	I
Fissidens sp. (section Fissidens)	.	I

Tableau 3 - Comparaison des classes de présence des bryophytes dans les relevés effectués au niveau des tranchées pare-feu (% sur 21 relevés) et des zones "témoin" (% sur 13 relevés). Taxons présents dans: I = moins de 20% des relevés, II = 20 à 40%, III = 40 à 60%, IV = 60 à 80%, V = plus de 80%.

Remarquons que *Pleurochaete squarrosa* et *Homalothecium aureum* montraient, sur calcaire, des présences voisines dans les deux situations; en outre, la valeur moyenne du recouvrement d'*Homalothecium aureum* était significativement plus élevée dans les relevés de "témoins". Dans le cadre des recherches effectuées dans les Maures, l'existence au niveau de certains "témoins" de facteurs écologiques limitants pour ces deux mousses (landes fermées et inondées périodiquement en G et i, abondance des cendres en H) permet d'expliquer sans difficulté les différences mentionnées plus haut.

2 - Analyse qualitative

Elle a été réalisée grâce à l'analyse factorielle des correspondances (AFC). Cette méthode, dont nous avons déjà rappelé brièvement le principe (Hébrard & Loisel 1991) permet, dans le cas présent, de rechercher les affinités pouvant exister au sein d'un ensemble de relevés, à travers leurs cortèges bryofloristiques.

Les traitements suivants ont été effectués:

- Traitement des données "témoins" ou des données provenant des pare-feu (analyse partielle): mise en évidence des affinités et des dissemblances existant entre les zones "témoins" d'une part, les zones débroussaillées d'autre part.

- Traitement de tous les relevés (analyse globale): évaluation de la "dérive floristique" de la zone débroussaillée par rapport au témoin et recherche de son déterminisme écologique.

Lors de chaque traitement a été également réalisée une classification ascendante hiérarchique (CAH) qui, prenant en compte les coordonnées des points-relevés sur les axes issus de l'AFC, permet d'isoler des groupes de relevés affines.

A - Analyse qualitative partielle

1 - Relevés "témoins"

Le traitement des relevés "témoins" a été réalisé sans le n° H102, constitué exclusivement de 3 taxons qui lui sont propres.

a) Interprétation de l'axe 1 (valeur propre = 0,966, figure 1)

* Taxons à forte contribution[(2)]:

- Côté -: *Archidium alternifolium* (2), *Trichostomum brachydontium* subsp. *mutabile* (2).

- Côté +: *Scleropodium touretii* (5), *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* (4), *Scleropodium purum* (2).

Les deux mousses acrocarpes présentes du côté négatif de l'axe 1 se rencontrent, en Provence cristalline, au niveau de substrats plutôt pauvres en carbone. Elles sont notamment répandues dans des biotopes tels que les sols dénudés, les fonds de dépressions temporairement humides hors du couvert des arbres et des arbustes, et les pelouses à *Isoetes*.

Les trois pleurocarpes présentes du côté positif sont au contraire très fréquentes dans les forêts, les maquis et les landes, et recherchent donc des sols bien plus riches en carbone (surabondance des débris végétaux).

En conséquence, l'axe 1 sous-tend probablement un gradient croissant de teneur en carbone total (organique et/ou minéral) de l'horizon édaphique supérieur, évoluant dans le sens - vers +.

Si notre hypothèse est exacte, les relevés de l'ensemble A21, très proches du côté négatif de l'axe, correspondraient aux substrats les plus pauvres en carbone total. Dans les Maures, les bryophytes qu'ils renferment colonisent souvent les sédiments accumulés dans les cuvettes creusées par l'érosion (grès permiens), où le carbone provient essentiellement de débris organiques épars, transportés par les eaux de ruissellement. De plus, lorsqu'un incendie survient à proximité de ces biotopes, l'enrichissement du substrat en cendres et en charbon de bois entraîne une disparition rapide de ces espèces.

La placette n° I101 se trouve en bordure immédiate de la zone débroussaillée. Nous avons constaté que des sédiments sablo- limoneux provenant de la tranchée pare-feu (érosion importante consécutive aux opérations de

(2) Le chiffre ou le nombre mis entre parenthèses après chaque binôme exprime le nombre de fois où le taxon est présent dans les relevés de "témoins", de tranchées pare-feu ou de "témoins" et de tranchées pare-feu, selon les traitements envisagés.

débroussaillement effectuées pendant l'hiver 1987-1988) ont recouvert à cet endroit le sol de la lande à *Erica scoparia* et *Calluna vulgaris*.

L'alluvionnement, l'humidité importante de la station et l'éclairement latéral intense ont favorisé ici le développement d'*Archidium alternifolium*, mousse itinérante annuelle (During 1979) à croissance très rapide, dont les spores lourdes (diamètre = 100-200 m) étaient probablement contenues dans les alluvions provenant de la tranchée pare-feu où ce taxon abonde.

La placette n° G102 est située dans une clairière, au sein d'une lande à *Erica scoparia* et *Calluna vulgaris*.

Le sol nu (recouvrement de la strate herbacée = faible) est principalement constitué par des grains de quartz.

D'autre part, les fragments de charbon de bois sont très peu abondants à la surface du sol au niveau de ces deux placettes. Il n'en est pas de même pour les relevés constituant l'ensemble A22, où la constance de *Ceratodon purpureus* est en rapport avec une richesse incontestable de l'horizon édaphique supérieur en cendres et en charbon de bois, en particulier dans le cas des placettes n° H101 (lande à *Calluna vulgaris*) et h101 (cistaie à *Cistus monspeliensis*), incendiées récemment et de façon simultanée. La teneur en carbone est probablement plus faible pour les autres cistaies plus anciennement brûlées (n° I101 et I102) où elle varie peut-être en fonction de l'intensité du ruissellement (microtopographie).

La dernière de ces remarques pourrait également s'appliquer au relevé n° I103 (ensemble B), dont la position demeure toutefois difficile à interpréter, puisqu'il ne renferme que deux mousses xérophiles de milieux très ouverts.

Enfin, l'ensemble A1 marque le côté positif de l'axe 1. Il regroupe d'une part les relevés n° G101 et i102 effectués dans des landes fermées à bruyère à balais et callune (recouvrement des parties aériennes des arbustes moyen ou très fort) et d'autre part tous les relevés "témoins" de la station F, réalisés sous couvert très dense de *Pinus pinea*. Cet ensemble correspond donc sans aucun doute aux horizons édaphiques supérieurs les plus riches en carbone, qui provient essentiellement ici des débris de végétaux ligneux (feuilles, brindilles, cônes, etc ...), surabondants dans les deux types de formations. Ceci est d'ailleurs confirmé par les résultats du tableau 4.

N° des placettes des relevés	Ensemble	C organique (%)
G102	A21	1,20
H101	A22	1,72
h101	A22	1,64
F102	A1	3,38
F103	A1	3,70
i102	A1	7,42

Tableau 4 - Teneur en carbone organique de l'horizon supérieur de quelques sols prélevés au niveau des zones "témoin", de plusieurs des stations étudiées dans le massif des Maures.

b) Interprétation de l'axe 2 (valeur propre = 0,899, figure 1)

* Taxons à forte contribution:

- Côté -: *Scleropodium touretii* (5), *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* (4), *Scleropodium purum* (2).

Fig. 1 - Traitement des relevés des "témoins", projection sur le plan 1/2.

- Côté + : *Ceratodon purpureus* (4), *Cephaloziella divaricata* (2)

Du côté négatif de l'axe 2, nous retrouvons trois pleurocarpes à stratégie de vie de type pérenne, qui étaient présentes du côté opposé sur l'axe 1. Dans la dition, ces mousses sont répandues au niveau des sols forestiers riches en humus. Du côté positif, on note la présence de deux bryophytes à stratégie de

vie de type colonisateur, qui sont au contraire propres aux substrats dénudés pauvres en humus. *Ceratodon purpureus* est de plus une "nitrophile" extrêmement fréquente en Provence cristalline sur les accumulations de cendres et de charbon de bois. En conséquence, l'axe 2 sous-tend probablement un gradient décroissant de richesse en humus de l'horizon édaphique supérieur, évoluant dans le sens - vers +.

Les ensembles A1 et A21 sont très nettement situés vers le côté négatif de l'axe 2. Ils regroupent des relevés effectués dans des biotopes demeurant humides en hiver et au printemps, où les conditions sont donc plus favorables à l'activité des microorganismes.

Dans les placettes des relevés constituant l'ensemble A1, plus proche du côté négatif de l'axe 2, l'horizon édaphique supérieur possède probablement la plus forte teneur en humus. On constate effectivement que les mousses pleurocarpes sont largement majoritaires dans ces relevés, ce qui indique une pédogenèse plus avancée (Hébrard & Rolando 1985). Les relevés n° G101 et i102, théoriquement les plus riches en humus, contiennent *Scleropodium purum*, dont la présence exclusive constitue un argument supplémentaire en faveur de notre hypothèse. De plus, ils se localisent au sein de landes fermées à Éricacées (recouvrement des parties aériennes des arbustes moyen à très fort) non perturbées depuis plusieurs décennies.

D'après notre hypothèse, l'horizon superficiel serait légèrement plus pauvre en humus (absence de *Scleropodium purum*) au niveau des placettes de la station F, dans lesquelles le recouvrement est faible pour les arbustes, alors qu'il varie de faible à très fort pour la litière. Il convient de remarquer que la station F est moins humide que les deux précédentes. En outre, la litière acide est très riche en fragments ligneux (présence de *Pinus pinea*) dont la décomposition est particulièrement lente.

Les deux relevés de l'ensemble A21 ne contiennent que des mousses répandues dans les pelouses à *Isoetes*, où l'humification est favorisée par l'humidité très importante. De plus, dans le cas présent, le substrat peut être localement enrichi en composés humiques solubles provenant du lessivage des sols des landes proches.

Nous avons vu (interprétation de l'axe 1) qu'en i101 et G102, la teneur en carbone total est plus faible que dans les autres placettes "témoins". On peut toutefois supposer que dans ces deux placettes, le carbone est essentiellement présent sous la forme de composés humiques. Enfin i101, situé sous couvert très dense d'*Erica scoparia*, est probablement un peu plus riche en humus que G102 (clairière au sein d'une lande du même type).

Du côté positif de l'axe 2, l'ensemble A22 regroupe des relevés effectués sur des substrats riches en charbon de bois et en cendres, ainsi que l'indique la constance de *Ceratodon purpureus*, mais pauvres en humus, étant donné la xéricité des biotopes (cistaies ou landes incendiées). Ces relevés, de même que le n° I103 (ensemble B), ne renferment pratiquement que des mousses acrocarpes de sols dénudés (milieux ouverts).

L'absence à peu près totale de pleurocarpes humicoles est remarquable. Seul *Scleropodium touretii* est présent dans le relevé n° h101, où le recouvrement de la litière de feuilles mortes de *Quercus suber* est fort.

En I102 (recouvrement de la litière de *Cistus monspeliensis* = faible), la présence de *Trichostomum brachydontium* subsp. *mutabile* pourrait indiquer un pédoclimat un peu moins sec, en liaison avec la microtopographie.

Ainsi, le sol est vraisemblablement un peu plus riche en humus au niveau des placettes h101 et I102 que dans les deux autres.

En I101, malgré l'abondance de la matière organique (recouvrement de la litière = très fort), l'humification est bloquée du fait de l'extrême xéricité du milieu. Signalons à ce propos qu'Aubert (1976) a obtenu seulement la valeur de 3,9‰ de composés humiques totaux pour l'horizon supérieur d'une cistaie non arborée près de la Basse-Verrerie (sous-station I).

Le relevé n° H101 marque le côté positif de l'axe 2 et correspondrait donc au substrat le plus pauvre en humus, puisqu'il s'agit de couches de cendres et de charbon de bois (incendie récent).

Quant au relevé n° I103, sa position est difficile à interpréter, compte tenu de sa grande pauvreté en mousses.

Bien que nous ne disposions que d'un nombre restreint de données relatives aux composés humiques totaux, notre hypothèse semble peu éloignée de la réalité, puisque les valeurs (‰) passent de 12,60 pour un prélèvement effectué à proximité de la placette n° i102, à 3 pour h101 et 3,30 pour H101.

c) Interprétation de l'axe 3 (valeur propre = 0,594, figure 2)

* Taxons à forte contribution:

- Côté -: *Pleurochaete squarrosa* (3), *Homalothecium aureum* (2).

- Côté +: *Ceratodon purpureus* (4), *Scleropodium purum* (2), *Cephaloziella divaricata* (2)

Dans l'état actuel de nos connaissances et compte tenu de la pauvreté bryofloristique d'un bon nombre de relevés provenant des zones "témoins", il ne nous est pas possible de proposer une interprétation satisfaisante de l'axe 3.

2 - Relevés de tranchées pare-feu

Le traitement des relevés de tranchées pare-feu a été réalisé sans le n° F201, très différent des autres relevés.

a) Interprétation de l'axe 1 (valeur propre = 0,867, figure 3)

* Taxons à forte contribution:

- Côté -: *Archidium alternifolium* (6), *Bryum alpinum* (4), *Bryum pseudotriquetrum* var. *pseudotriquetrum* (2), *Cephaloziella divaricata* (2).

- Côté +: *Pleurochaete squarrosa* (13), *Polytrichum juniperinum* (9), *Homalothecium aureum* (6), *Scleropodium touretii* (2).

Les bryophytes se trouvant du côté négatif de l'axe I sont répandues, en Provence cristalline, dans les milieux perturbés et notamment sur les substrats minéraux instables (alluvionnement, érosion intense). Les deux *Bryum* sont par exemple fréquents au bord des ruisseaux, au fond des rigoles entre les rochers, où l'eau circule en hiver et au printemps, et près des mares temporaires. Pour leur part, *Archidium alternifolium* et *Cephaloziella divaricata* résistent bien à un enfouissement provisoire et ne sont donc pas rares au fond des dépressions temporairement inondées. Ils apparaissent aussi parfois dans les zones fréquentées par l'homme et les véhicules (sentiers, pistes, etc ..).

Du côté positif sont réunies d'une part les pleurocarpes *Homalothecium aureum* et *Scleropodium touretii* que l'on rencontre habituellement dans les forêts et les formations arbustives (sols "fixés") et d'autre part deux mousses



Fig. 2 - Traitement des relevés des "témoins", projection sur le plan 1/3.

acrocarpes, moins exigeantes que les premières vis à vis du degré de maturation du milieu. Ces espèces ne constituent toutefois de beaux peuplements que dans les biotopes au niveau desquels le substrat est déjà bien stabilisé (pelouses, fruticées, forêts ouvertes).

En conséquence, l'axe 1 sous-tend vraisemblablement un gradient décroissant de perturbation de la couche superficielle du sol (instabilité et apports de particules liés à des inondations périodiques, à la stagnation et au ruissellement des eaux de pluie) évoluant dans le sens - vers +.

- Ensemble B: plus proche du côté négatif de l'axe, cet ensemble regroupe 4 relevés de zones dénudées (absence d'arbres, recouvrement des parties aériennes des arbustes très faible à faible, rarement moyen: n° H201), où l'action directe de la pluie entraîne une mobilité importante des sédiments (sables de décomposition des grès).

En i202 et i201, le milieu est temporairement très humide (présence de *Bryum pseudotriquetrum* var. *pseudotriquetrum*). Le premier de ces relevés marque le côté négatif de l'axe et correspondrait donc à la placette où l'alluvionnement est le plus intense. Il contient une forte proportion de muscinées itinérantes annuelles (*Archidium, Riccia, Fossombronia*) à développement très rapide et résistant bien à l'ensablement. La plupart de ces espèces lui sont propres.

Le second relevé, plus pauvre, possède néanmoins une composition bryofloristique voisine. Les placettes sont situées au fond d'une légère dépression où l'eau de pluie s'accumule lorsque les précipitations sont suffisamment abondantes. Le recouvrement de la strate herbacée, constituée de thérophytes à système radiculaire peu développé (fixation peu efficace du substrat) est seulement moyen. D'autre part, le piétinement et l'élimination totale de la strate arbustive, lors des opérations récentes de débroussaillement (environ 1 an avant nos observations), ont eu pour conséquence un accroissement important de l'érosion et de l'alluvionnement au niveau de la tranchée pare-feu.

Les relevés n° H201 et H202 contiennent, en plus d'*Archidium alternifolium* ou de *Bryum alpinum*, *Pleuridium acuminatum* et *Cephaloziella divaricata*, également bien adaptés aux substrats instables. La tranchée pare-feu est ici un peu moins humide (pas d'inondations périodiques et de stagnation de l'eau de pluie) que dans le cas précédemment envisagé.

Toutefois, l'absence à peu près complète de strate herbacée (recouvrement très faible) et l'érosion très intense au niveau de la lande incendiée toute proche (environ 1 m de distance) permettent d'expliquer l'existence de perturbations notoires à la surface du sol (impact des précipitations, apports de sédiments en provenance de la zone "témoin").

- Ensemble A2: les relevés n° G201 et G202 correspondent encore à des placettes très exposées (absence d'arbres et d'arbustes) d'accès facile (bord de route: piétinement) et situées dans une légère dépression entourée de larges affleurements de sol nu à partir desquels les sédiments (sable de décomposition des grès) peuvent être facilement transportés par les eaux de ruissellement.

La placette n° G201 est sans aucun doute plus humide (présence de *Bryum alpinum*), d'où un alluvionnement plus important à son niveau qu'en G202. Les deux relevés contiennent encore *Archidium alternifolium* et *Pleuridium acuminatum* (substrats perturbés), alors que l'apparition de *Pleurochaete squarrosa* et de *Trichostomum brachydontium* subsp. *mutabile* pourrait indiquer une instabilité moins grande du substrat, par rapport à l'ensemble B. De plus, en G201, plus proche du côté négatif de l'axe 1, la strate herbacée est constituée par des thérophytes des premiers stades de l'*Isoetion*, qui supportent bien l'alluvionnement mais sont moins efficaces que *Brachypodium*

distachyon (recouvrement très fort en G202) du point de vue de la fixation du sol.

Ainsi que l'indiquent leur composition bryofloristique et nos observations sur le terrain, tous les relevés de l'ensemble A2, situés davantage vers le côté positif de l'axe 1 (sauf le n° F204 qui contient *Archidium alternifolium*, plus hygrophile), correspondent à des biotopes xériques (pas d'inondation et de stagnation temporaires de l'eau de pluie, d'où alluvionnement peu important). Ils correspondraient donc à des zones au niveau desquelles l'instabilité du sol est moins grande.

Le recouvrement des parties aériennes des arbustes y est généralement très faible, plus rarement faible (I201, H203, G203) ou moyen (I203). Toutefois, dans la majorité des placettes, la présence d'un couvert arboré assez dense (*Pinus pinea* en I2[3] et I'204, *Quercus suber* en h201 et H203) limite l'impact des gouttes de pluie à la surface du sol, ce qui contribue à atténuer l'intensité de l'érosion. Il convient enfin de remarquer que, en ce qui concerne la sous-station H, la placette n° H203 est beaucoup plus éloignée de la zone "témoin" que ne le sont celles des relevés n° H202 et H201 (apports de sédiments moins importants en H203).

Les placettes n° i203, i204 et G203 se trouvent pour leur part hors de tout couvert arboré.

Le développement de la strate herbacée (recouvrement moyen en i203, fort en i204 et G203) et l'abondance des touffes robustes d'*Agrostis olivetorum* en i204 et G203 contribuent indubitablement à stabiliser le substrat.

L'existence pour l'axe 1 d'un gradient décroissant (- vers +) de perturbation de la couche superficielle du sol se vérifie si l'on compare la position du relevé n° I204 (présence de *Pleuridium acuminatum*, recouvrement muscinal faible, substrat plus instable) à celle des relevés n° I201, I203 et i204 (recouvrement muscinal très fort à moyen), dans lesquels l'abondance-dominance de *Pleurochaete squarrosa* est bien supérieure (5 à 3, contre seulement 1 en I204). De plus, les pleurocarpes de substrats plus stables (*Homalothecium aureum* ou *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme*) apparaissent déjà dans les trois derniers relevés et dans F204.

Signalons enfin que l'interprétation de certains relevés (H203, G203) est difficile, étant donné leur pauvreté floristique.

- Ensemble A1: si notre hypothèse est exacte, les placettes des relevés constituant cet ensemble, très proche du côté positif de l'axe 1, correspondent aux substrats les moins perturbés. Tous les relevés de cet ensemble appartiennent à la station F, bien arborée, relativement humide, mais sans inondations périodiques et stagnation temporaire de l'eau de pluie.

L'absence de strate arbustive au niveau de la tranchée pare-feu est ici largement compensée par l'existence d'un couvert continu de *Pinus pinea* et par la présence d'une strate herbacée très développée (recouvrement moyen ou fort, rarement faible en F203) assurant le pompage rapide de l'eau de surface en excès, en période de fortes pluies, ainsi qu'une fixation efficace de la couche superficielle du sol.

(3) Dans le texte, nous désignons parfois les tranchées pare-feu par la lettre de la station (ou sous-station) correspondante, suivie du chiffre 2.

En outre, les apports de sédiments en provenance de la zone "témoin" (cistaie fermée sous pin pignon) sont probablement très réduits.

Du point de vue bryofloristique, ces placettes sont, entre autres, caractérisées par des coefficients d'abondance-dominance non négligeables pour *Pleurochaete squarrosa*, ainsi que par la constance de certaines mousses pleurocarpes (*Homalothecium aureum*, *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme*).

Notons enfin que l'existence d'un gradient d'alluvionnement et d'apports de sédiments lié au régime hydrique des stations étudiées est confirmée par l'examen des variations de la teneur en limons totaux de l'horizon supérieur des sols provenant de la majorité des stations (les résultats concernant la sous-station I ne sont pas disponibles).

Pour des raisons matérielles, les échantillons analysés n'ont pu être prélevés exactement au niveau de nos placettes. Néanmoins, les prélèvements pédologiques ont toujours été effectués dans des biotopes comparables, sinon identiques à ceux dans lesquels se situent nos placettes de relevés.

Ainsi, le tableau 5 montre clairement que la teneur moyenne en limons totaux est presque 2 fois plus élevée pour les placettes situées vers le côté négatif de l'axe 1 (33,60% contre 17,97%).

N° des placettes des relevés	Limons fins + limons grossiers (%)
Côté - (axe 1)	
i202	42,8
i201	34,8
H202	28,2
G201	28,6
Moyenne	33,60
Côté + (axe 1)	
h201	20,6
i204	19,0
F202	18,8
F206	17,0
F205	16,7
F203	15,7
Moyenne	17,97

Tableau 5 - Teneur en limons totaux de l'horizon supérieur de sols prélevés dans des biotopes différents, au niveau de quelques tranchées pare-feu dans le massif des Maures.

b) Interprétation de l'axe 2 (valeur propre = 0,654, figure 3)

* Taxons à forte contribution:

- Côté -: *Pleurochaete squarrosa* (13), *Polytrichum juniperinum* (9), *Trichostomum brachydontium* subsp. *mutabile* (7), *Pleuridium acuminatum* (6), *Campylopus pilifer* (4), *Racomitrium elongatum* (3).

- Côté +: *Homalothecium aureum* (6), *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* (5), *Bryum alpinum* (4), *Scleropodium touretii* (2), *Bryum pseudotriquetrum* var. *pseudotriquetrum* (2).

Les deux listes ci-dessus pourraient faire penser à un gradient croissant de carbone organique ou d'humus évoluant dans le sens - vers +.

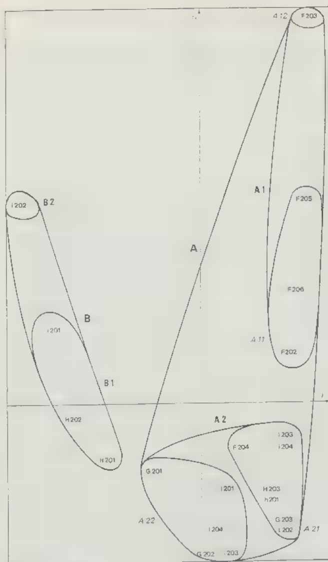


Fig. 3 - Traitement des relevés des tranchées pare-feu, projection sur le plan 1/2.

Toutefois, si l'on retient cette hypothèse, trop de contradictions apparaissent, notamment en ce qui concerne la composition bryofloristique de certains relevés, leur position sur l'axe 2 et leurs conditions stationnelles. Il n'est donc pas possible de donner une interprétation satisfaisante de l'axe 2.

c) Interprétation de l'axe 3 (valeur propre = 0,560, figure 4)

Fig. 4 - Traitement des relevés des tranchées pare-feu, projection sur le plan 1/3.

* Taxons à forte contribution:

- Côté -: *Archidium alternifolium* (6), *Pleuridium acuminatum* (6), *Cephaloziella divaricata* (2), *Scleropodium touretii* (2).

- Côté +: *Pleurochaete squarrosa* (13), *Campylopus pilifer* (4), *Bryum pseudotriquetrum* var. *pseudotriquetrum* (2).

Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne sommes pas en mesure de proposer une interprétation valable de l'axe 3.

- Analyse qualitative globale (relevés "témoins" + tranchées pare-feu)

Pour les raisons déjà exposées dans l'analyse partielle, les relevés n° H102 et F201 ont également été éliminés du traitement global.

a) Interprétation de l'axe 1 (valeur propre = 0,856, figure 5)

* Taxons à forte contribution:

- Côté -: *Archidium alternifolium* (8), *Pleuridium acuminatum* (7), *Ceratodon purpureus* (5), *Bryum alpinum* (4), *Cephaloziella divaricata* (4), *Bryum pseudotriquetrum* var. *pseudotriquetrum* (3).

- Côté +: *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* (9), *Homalothecium aureum* (8), *Scleropodium touretii* (7), *S. purum* (2).

Les bryophytes se trouvant du côté négatif de l'axe 1 recherchent toutes, dans la région étudiée, des milieux très ouverts où l'éclairement est intense. Elles abondent par exemple au niveau des sols dénudés et des pelouses. *Ceratodon purpureus* est pour sa part fréquent dans les zones incendiées.

Du côté positif, on note la présence de mousses pleurocarpes qui recherchent au contraire des milieux beaucoup plus fermés (maquis et landes denses à Éricacées, forêts). En conséquence, l'axe 1 sous-tend probablement un gradient décroissant d'ouverture du milieu (diminution de l'éclairement) évoluant dans le sens - vers +.

L'ensemble B1 correspond sans aucun doute aux biotopes les plus ouverts. Les trois relevés qui le composent ne renferment que des bryophytes photophiles. Le relevé n° i202 est particulièrement riche de ce point de vue (présence de 2 *Riccia* et d'un *Fossombronia*), ce qui explique sa position (il marque le pôle négatif de l'axe) par rapport aux deux autres relevés, qui en diffèrent surtout par leur plus grande pauvreté.

Les placettes i202 et i201 correspondent à des sols dénudés (absence de strate arbustive) récemment colonisés par des thérophytes de l'*Isoetion* (recouvrement herbacé moyen).

Nous avons déjà vu (analyse partielle "témoins"), ce qu'il faut penser de la genèse et des affinités écologiques du peuplement muscinal de la placette i101, située dans la lande à *Erica scoparia* et *Calluna vulgaris*, à la limite de la tranchée pare-feu. Bien que le recouvrement des parties aériennes des arbustes soit ici très fort, l'éclairement latéral est intense et la quantité d'énergie lumineuse parvenant au sol est probablement considérable.

Les deux autres relevés de tranchée pare-feu de la sous-station i (n° i203 et i204) appartiennent à des ensembles différents (B32 et B31). D'après notre hypothèse, ils correspondraient à un milieu plus fermé que précédemment. Pourtant, aucune strate arbustive ou arborée n'est présente au niveau de ces deux placettes.

En fait, l'abondance-dominance assez élevée (= 3) de *Trichostomum brachydontium* subsp. *mutabile* ou de *Pleurochaete squarrosa*, dont les colonies s'accroissent moins vite que celles d' *Archidium alternifolium*, de *Pleuridium acuminatum* ou de *Ceratodon purpureus* indique que ces deux Pottiacées, que l'on trouve parfois dans les fruticées et les forêts ouvertes, étaient présentes au

niveau de la tranchée pare-feu, antérieurement aux opérations récentes de débroussaillement, sous couvert clairsemé de *Calluna vulgaris*.

En outre, la présence d'*Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* en i204 est probablement en rapport avec un degré de fermeture de la végétation herbacée (recouvrement = fort) plus important qu'en i203 (recouvrement = moyen). En effet, des touffes robustes d' *Agrostis olivetorum* (vivace, abondance-dominance = 4) sont présentes en i204, alors qu'en i203, la strate herbacée n'est constituée que de graminées annuelles de petite taille (*Vulpia muralis*, *Gaudinia fragilis*, *Aira cupaniana*).

Les ensembles A1, A2 et B32 regroupent encore des relevés effectués dans des milieux ouverts.

En ce qui concerne la sous-station H, les relevés n° H101 ("témoin"), H202 et H201 (tranchée pare-feu) se trouvent au même niveau. Tous trois possèdent une bryostrate de milieux perturbés ouverts (les placettes sont situées hors du couvert de *Quercus suber*). Le recouvrement de la strate herbacée y est très faible (accumulations de charbon de bois en H101, sol nu dans les "vides" entre les rejets de *Calluna* en H202 et H201), alors que le recouvrement des parties aériennes de la callune varie de faible (H202) à moyen. L'ouverture du milieu provient évidemment soit de l'incendie (présence de *Ceratodon purpureus* en H101 et H202, très proches de la zone "témoin"), soit de l'élimination de la strate arbustive (tranchée pare-feu).

La dérive H101 → H203 (ensemble B31) pourrait correspondre à une fermeture plus importante du milieu en H203. Bien que le recouvrement des parties aériennes des arbustes y soit faible, cette placette est située au pied d'un chêne liège. Il est toutefois difficile de pousser plus loin l'interprétation, étant donné la pauvreté bryofloristique du relevé n° H203. Ce relevé contient cependant *Trichostomum brachydontium* subsp. *mutabile* que l'on observe quelquefois sur les talus proches des maquis et des forêts et qui semble donc tolérer une diminution sensible de l'éclairement.

Les deux placettes de la sous-station h (ensembles A1 et B31) correspondraient, d'après notre hypothèse, à un milieu plus fermé que dans le cas de H (sauf H203).

Les deux sous-stations ont été parcourues par le feu de façon simultanée. En h, la strate arbustive, constituée initialement de cistes (pyrophytes), s'est reformée plus vite. De plus, le chêne liège y est présent, tant au niveau de la zone "témoin" que de la tranchée pare-feu (le relevé n° h201 a été réalisé près d'un de ces arbres; il se trouve au même niveau que le n° H203). Les relevés n° h101 et h201 sont en fait peu éloignés sur l'axe 1. Ils renferment en majorité des taxons photophiles. Néanmoins, *Pleurochaete squarrosa*, *Trichostomum brachydontium* subsp. *mutabile* et surtout *Scleropodium touretii* tolèrent éventuellement ou recherchent le couvert des formations de végétaux ligneux.

En ce qui concerne la sous-station I, les relevés "témoins" n° I101 et I102 (ensemble A2) correspondent à un milieu à peu près aussi ouvert que ceux de l'ensemble A1, ce que confirme leur composition bryofloristique. Ils ont été effectués dans une cistaie clairsemée sans arbres (recouvrement des parties aériennes de *Cistus monspeliensis* = moyen, recouvrement de la strate herbacée = très faible) et sont très pauvres en mousses. *Pleurochaete squarrosa* manque dans ces relevés, alors que la présence de *Ceratodon purpureus* indique le pas-

sage assez récent du feu. Notons enfin que la position du relevé n° I103 ne peut être interprétée de façon satisfaisante, compte tenu de son extrême pauvreté.

Les relevés provenant de la tranchée pare-feu de la sous- station I correspondent sans doute à une fermeture plus importante du milieu. Bien que le recouvrement des parties aériennes des arbustes soit ici seulement très faible, faible ou moyen, la zone débroussaillée est ombragée par des peuplements de *Pinus pinea*. En I204 (ensemble B32), l'éclairement serait plus important, ce qui est parfaitement compatible avec les exigences des bryophytes rencontrées dans ce relevé, qui ne contient aucune pleurocarpe. La densité du feuillage du pin est peut-être moins importante au niveau de cette placette.

La position relative des relevés n° I201 (ensemble B32), I202 et I203 (B31) traduit à notre avis des nuances difficiles à saisir, étant donné l'insuffisance de l'information dont nous disposons (pauvreté de la bryoflore). Tout au plus peut-on remarquer qu'*Homalothecium aureum*, mousse pleurocarpe très répandue dans les forêts thermophiles de basse Provence, apparait déjà en I201 et I203. Simultanément, la valeur élevée du coefficient d'abondance-dominance de *Pleurochaete squarrosa* (5 en I201, 4 en I203) exprime un excellent développement de cette espèce, dans des conditions d'éclairement moins intense plus proches de ses exigences optimales en terrain siliceux.

Les relevés de la station G appartenant à l'ensemble B32 ne contiennent pratiquement que des mousses photophiles, en particulier *Archidium alternifolium* (constant) et *Pleuridium acuminatum*. Nous avons déjà vu que les placettes G201 et G202 sont situées dans les parties dénudées du pare-feu et sont occupées respectivement par des gazons ras de thérophytes de l'*Isoetion* ou de *Brachypodium distachyon*, alors que le relevé "témoin" n° G102 a été effectué dans les "vides" (recouvrement de la strate herbacée = faible), au niveau d'une clairière à cistes.

Le relevé n° G203 (ensemble B31) correspond théoriquement à un milieu plus fermé. Pourtant, le recouvrement des parties aériennes des arbustes est faible dans cette placette (rejets épars d'Ericacées). En fait, les peuplements denses d'*Agrostis olivetorum* (abondance-dominance = 4) constituent ici un "écran" non négligeable. Il en résulte une diminution de la quantité d'énergie lumineuse parvenant à la surface du sol (cf. n° I204). Toutefois, l'extrême pauvreté bryofloristique de ce relevé ne permet pas de pousser plus loin l'interprétation.

En ce qui concerne la station F, le n° F204 (ensemble B31) correspondrait à la placette la mieux éclairée de la station. Il renferme en effet, à côté d'*Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme* (plus sciaphile), une majorité de mousses recherchant, ou du moins tolérant bien un éclairement assez important. On peut donc supposer qu'en F204, la densité du feuillage du pin pignon est moindre. Elle augmente ensuite en F202 et F206, relevés dans lesquels les muscinées photophiles et sciaphiles sont représentées par un nombre égal de taxons, et devient maximale dans les relevés restants (ensemble B21), notamment ceux de la zone "témoin", où la densité du couvert de *Cistus monspeliensis* contribue à réduire la quantité d'énergie lumineuse parvenant à la surface du sol.

Enfin, l'ensemble B22 marque le côté positif de l'axe 1 et correspond à une fermeture maximale du milieu. En effet, les relevés n° I102 et G101 ne contiennent pratiquement que des mousses pleurocarpes et forestières, du moins en Provence. *Scleropodium purum*, très sciaphile dans la dition, est propre à ces relevés de landes denses à *Erica scoparia* et *Calluna vulgaris*, au sein desquelles l'éclairement est très réduit.

En résumé, les relevés situés vers le côté négatif de l'axe 1 correspondent à des sols nus temporairement humides (premiers stades de colonisation par le cortège phanérogamique de l'*Isoetion*), à des landes ou cistaies récemment incendiées et à des cistaies sans arbres. En se déplaçant vers le côté positif de l'axe, on trouve ensuite des relevés effectués sous couvert arboré de plus en plus dense (*Pinus pinea, Quercus suber*), puis dans des landes fermées à *Erica scoparia* et *Calluna vulgaris.*

En H, I et h, l'ouverture plus importante de la zone "témoin" est en rapport avec le passage plus ou moins récent du feu. Le relevé n° H203 et la plupart des relevés de I2 correspondent à des structures plus fermées, puisque le débroussaillement a respecté les arbres. Par contre, le débroussaillement a eu pour effet d'ouvrir davantage le milieu, dans le cas des tranchées pare-feu initialement non arborées (station G, sous-station i).

b) Interprétation de l'axe 2 (valeur propre = 0,742, figure 5)

* Taxons à forte contribution:

- Côté -: *Pleurochaete squarrosa* (16), *Polytrichum juniperinum* (10), *Ceratodon purpureus* (5), *Racomitrium elongatum* (4).

- Côté +: *Archidium alternifolium* (8), *Scleropodium touretii* (7), *Bryum alpinum* (4), *B. pseudotriquetrum* var. *pseudotriquetrum* (3), *Scleropodium purum* (2).

Les bryophytes présentes du côté négatif de l'axe 2 se rencontrent dans des biotopes xériques où l'évaporation est importante (milieux ouverts), en particulier au niveau de l'horizon édaphique supérieur.

Du côté positif de l'axe 2 sont réunis deux ensembles de muscinées qui s'opposaient sur l'axe 1.

Il s'agit d'une part d'acrocarpes (*Archidium, Bryum*) de milieux ouverts dans lesquels les pertes dues à l'évaporation sont largement compensées par la présence de suintements, par des inondations périodiques et par la stagnation prolongée de l'eau de pluie ("trous d'eau") en hiver et au printemps.

D'autre part, nous savons déjà que les deux *Scleropodium* recherchent au contraire les forêts et les landes fermées où la couche superficielle du sol conserve longtemps l'humidité, compte tenu de la densité du couvert végétal (atténuation de l'action dessiccatrice des vents, éclairement plus faible, écarts thermiques réduits), et de sa perméabilité moindre (abondance des débris végétaux). En conséquence, l'axe 2 sous-tend probablement un gradient croissant d'humidité de l'horizon édaphique supérieur, évoluant dans le sens - vers +.

En ce qui concerne la sous-station 1, les relevés "témoins" n° I101 et I102 (ensemble A2) correspondent indiscutablement aux biotopes les plus xériques rencontrés lors de notre étude. Ils ont été réalisés au niveau de substrats dénudés très perméables (sable de décomposition des grès permiens), dans une cistaie clairsemée sans arbres.

La sécheresse excessive du pédoclimat est ici particulièrement défavorable au développement des strates herbacée et muscinale (recouvrement très faible) et explique aussi l'extrême pauvreté de la bryoflore. En outre, la présence de *Ceratodon purpureus* indique que cette zone a été incendiée. Le relevé n° I103 correspond à des conditions tout à fait comparables. Compte

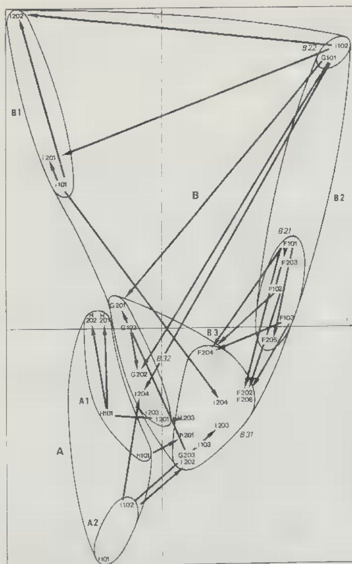


Fig. 5 - Traitement de la totalité des relevés. Dérives "témoins" tranchées pare-feu, projection sur le plan 1-2.

tenu de l'information trop fragmentaire qu'il apporte, sa position sur l'axe 2 est difficile à interpréter.

Les dérives observées dans le sens "témoin" → tranchée pare-feu traduisent une certaine augmentation de l'humidité édaphique, non directement liée à

l'effet du débroussaillement mais plutôt au maintien d'un couvert arboré important (*Pinus pinea*) sur le pare-feu. Cet accroissement de l'humidité édaphique a entraîné un bon développement de la strate muscinale (recouvrement très fort en I201, I202 et I203) qui est aussi plus riche. D'ailleurs, les peuplements compacts et étendus de *Racomitrium elongatum* (abondance-dominance = 5 en I202) ou de *Pleurochaete squarrosa* (abondance-dominance = 4 en I203 et 5 en I201) contribuent à limiter le dessèchement du substrat favorisant ainsi l'apparition d'espèces plus hygrophiles (*Campylopus pilifer* en I202, *Homalothecium aureum* en I203 et I201).

- Sous-station h.

Aucune dérive d'amplitude significative n'est visible pour cette sous-station. Les deux relevés ont été réalisés dans un environnement xérique, sur substrat très perméable, ainsi que le montrent entre autres les valeurs du recouvrement des strates herbacée (très faible) et muscinale (faible).

Néanmoins, l'existence d'un certain couvert arboré (*Quercus suber*) a peut-être favorisé une plus grande richesse de la bryostrate, composée de taxons xérophiles dont quelques-uns abondent aussi en I2.

- Sous-station H.

L'environnement semble ici plus humide que dans le cas des deux stations précédentes. Ainsi, *Carex flacca* subsp. *serrulata* est par exemple fréquent en certains points de la tranchée pare-feu. Toutefois, la composition bryofloristique des relevés et le recouvrement peu important des strates herbacée (très faible, seulement moyen en H203) et muscinale (recouvrement faible dans les 4 placettes) indiquent l'existence de perturbations liées à l'incendie et à l'érosion intense du substrat.

Le relevé "témoin" n° H101 a été réalisé dans les "vides" de la callunaie incendiée, au niveau d'accumulations de cendres et de charbon de bois, substrat poreux, retenant mal l'humidité. Il renferme 3 bryophytes xérophotophiles de milieux perturbés.

Le relevé n° H203 (zone à *Pulicaria odora* et *Carex flacca* subsp. *serrulata*) se trouve au même niveau. Sa position est difficile à expliquer, étant donné sa pauvreté et sa composition bryofloristique différente, qui traduit surtout une perturbation un peu moins importante du substrat.

En H202 et H201 l'humidité édaphique serait plus importante, probablement du fait du ruissellement des eaux de pluie à partir de la lande incendiée toute proche. La présence de *Bryum alpinum* et d'*Archidium alternifolium* dans l'un et l'autre de ces relevés plaide en faveur de notre hypothèse.

La dérive observée dans le sens "témoin" → tranchée pare-feu semble donc correspondre ici à un accroissement modéré de l'humidité édaphique en rapport avec la destruction par le feu du couvert végétal de la zone témoin, plus sèche (couches de charbon de bois et de cendres, absence d'arbres à proximité de la placette n° H101).

- Station G

Le relevé "témoin" n° G101, très proche du côté positif de l'axe 2, correspondrait donc à la placette la plus humide de la station. Il se localise effectivement sous couvert d'une lande très dense, périodiquement inondée en hiver et au printemps. L'éclairement faible et la présence d'une strate muscinale pauvre, mais occupant localement des surfaces importantes (recouvrement muscinal

= fort, colonies épaisses de *Scleropodium purum*, abondance-dominance = 4) limitent ici les pertes d'eau par évaporation. Ce relevé s'oppose à tous les autres relevés de la station G, effectués parfois dans des zones susceptibles d'être périodiquement inondées, mais au niveau desquelles l'évaporation (absence à peu près totale de strate arbustive, recouvrement muscinal faible, rarement moyen) et dans certains cas le "pompage" de l'eau retenue dans la couche superficielle du sol peuvent être considérables (recouvrement de la strate herbacée = fort en G203, très fort en G202).

Si l'on considère leur composition bryofloristique, la position de ces relevés est délicate à interpréter, étant donné la pauvreté de certains d'entre eux. Cette pauvreté est en rapport avec le caractère changeant de la végétation muscinale, notamment dans le cas de la tranchée pare-feu (stades plus ou moins avancés de recolonisation du substrat minéral instable). Par exemple, les relevés n° G102 et G201 diffèrent peu, en particulier si l'on considère les exigences écologiques des mousses qu'ils renferment.

Etant donné que ces placettes sont soumises à des inondations périodiques, on peut tout au plus admettre que la seconde est légèrement plus humide que la première: recouvrement muscinal = moyen, strate herbacée à recouvrement fort, mais composée de thérophytes de l'*Isoetion* à système radiculaire peu développé, d'où "pompage" faible de l'eau de l'horizon édaphique supérieur en G201. Enfin, sans perdre de vue les réserves formulées plus haut, une interprétation des dérives G102 → G202 → G203, faisant intervenir les valeurs du recouvrement des strates herbacée et muscinale peut être proposée.

Dans le cas de la placette "témoin" n° G102, située dans une clairière de la lande dense, et donc mieux protégée de l'action dessiccatrice du vent, on peut supposer que la teneur en eau de l'horizon édaphique supérieur se maintient plus longtemps à un niveau plus élevé, ceci également du fait de la valeur faible du recouvrement herbacé, qui est au contraire très fort en G202 (*Brachypodium distachyon* = 5) et fort en G203 (*Agrostis olivetorum* = 4). Signalons à ce propos que les peuplements de *Brachypodium distachyon*, graminée de petite taille, prélèvent probablement une moins grande quantité d'eau à partir du sol que les touffes robustes d'*Agrostis olivetorum*.

Ainsi, pour la station G, la dérive "témoin" → tranchée pare-feu se fait essentiellement dans le sens d'une diminution de l'humidité édaphique. L'effet du débroussaillement est donc bien sensible pour cette station, puisque la suppression de la strate arbustive a entraîné, au niveau de la tranchée pare-feu:

- un accroissement de l'érosion avec d'une part dépôt de sédiments sablo-limoneux augmentant la perméabilité du substrat en surface, et d'autre part un remaniement plus ou moins continu de la microtopographie, lié en partie à la fréquentation anthropique (accès facile en bord de route, formation d'ornières dans lesquelles s'accumule l'eau de pluie);

- un accroissement considérable de l'évaporation à la surface du sol;

- le développement par "plaques" de peuplements très denses de graminées capables de prélever des quantités non négligeables d'eau à partir des couches superficielles du sol.

- Station F

D'après notre hypothèse, l'humidité édaphique serait ici plus élevée que dans les cas précédents. Nous savons en effet que l'ensemble de la station F se trouve sous couvert dense de *Pinus pinea*. Toutefois, la majorité des relevés provenant de la tranchée pare-feu se situe davantage vers le côté négatif de l'axe 2 et s'oppose donc à ceux de la zone "témoin". Les xérophiles *Pleurochaete squarrosa* et *Polytrichum juniperinum* sont pratiquement constants en F2 et le coefficient d'abondance- dominance attribué à la première de ces mousses n'est jamais inférieur à 2 en F202, F206, F204 et F205.

Les relevés n° F202 et F206 sont relativement plus proches du côté négatif de l'axe. Ils correspondent effectivement à des bombements plus secs.

En F204, relevé également effectué sur un bombement, mais au pied du tronc d'un pin, la présence d'*Archidium alternifolium* indique de bonnes conditions d'éclairement, ainsi qu'une humidité plus importante (alimentation notoire en eau, après ruissellement le long du tronc).

Enfin, la placette n° F205 (plus de 50% de pleurocarpes forestières et hygrophiles) se localise dans une des parties les plus humides de la pelouse (présence de suintements temporaires de faible importance). Comme le montre leur composition bryofloristique (les pleurocarpes hygrophiles sont majoritaires et dominantes), les trois relevés "témoins" correspondent à des placettes où l'humidité édaphique se maintient plus longtemps à un niveau plus élevé que sur la tranchée pare-feu. L'abondance et la densité des arbustes contribuent sans aucun doute à limiter ici les pertes d'eau par évaporation.

La placette n° F103, moins bien protégée du soleil que les autres ("trouée" entre les pins) est de ce fait plus sèche. Toutefois, la pauvreté de ce relevé limite les possibilités d'interprétation.

La placette n° F203 (tranchée pare-feu) devrait être considérée comme une des plus humides de la station F. Elle se localise au pied du tronc d'un pin pignon. Comme dans le cas du n° F204, le substrat se gorge d'eau lorsqu'il pleut et l'on peut supposer que l'évaporation est ensuite moins intense en F203, compte tenu de la densité plus grande du feuillage du pin à cet endroit.

La dérive "témoin" → tranchée pare-feu se fait dans le sens d'une diminution de l'humidité édaphique. L'amplitude de cette dérive n'est cependant pas considérable étant donné le contexte "plus forestier" en F.

Au niveau de la tranchée pare-feu, la suppression de toute strate arbustive a eu notamment pour effet:

- de favoriser le développement d'une pelouse à fort recouvrement, surtout composée de graminées qui s'alimentent en eau dans la couche superficielle du sol. Néanmoins, la présence d'un couvert herbacé continu limite les pertes par ruissellement;

- d'entraîner une augmentation globale de l'évaporation, dont l'intensité varie en fonction du recouvrement des herbacées, de la microtopographie (buttes plus sèches) et de la densité du feuillage du pin pignon ("trous").

- Sous-station i

Seuls les relevés de tranchée pare-feu n° i203 et i204 se trouvent vers le côté négatif de l'axe 2. Ils contiennent *Pleurochaete squarrosa*, absent de tous les autres relevés de la sous-station. Ils ont été réalisés au niveau de replats où l'eau de pluie s'infiltre rapidement et où l'évaporation (pas de strate arbustive) et

le "pompage" par les graminées (recouvrement de la strate herbacée moyen ou fort) sont intenses.

Du côté positif de l'axe sont regroupés au contraire les relevés correspondant aux biotopes les plus humides de notre étude, puisqu'ils se localisent au fond d'une dépression où l'eau de pluie s'accumule et stagne même longtemps en hiver et au printemps.

En ce qui concerne les relevés "témoins", leur position relative est difficile à interpréter, compte tenu de la grande pauvreté du n° i101, qui ne contient également que des mousses hygrophiles. On peut éventuellement supposer que l'évaporation est ici plus importante au niveau du sol, qui reçoit une quantité d'énergie lumineuse (éclairement latéral) beaucoup plus considérable qu'en i102.

Les deux relevés restants (tranchée pare-feu) ont été effectués à proximité de "trous d'eau" temporaires. Aussi, pensons nous que le relevé n° i201 ne correspond pas à un milieu plus sec que le n° i202. Le premier est simplement plus pauvre en bryophytes. Il convient en effet de souligner que les relevés réalisés à un instant donné au niveau de substrats instables, fournissent une information inégale, souvent provisoire et incomplète selon les placettes, compte-tenu de la rapidité d'apparition et de disparition (alluvionnement) des bryophytes itinérantes annuelles qui colonisent habituellement ce type de milieu.

Ces remarques s'appliquent donc, avec certaines réserves, à la dérive i101 → i201 → i202. En i201 et i202, l'élimination totale de la strate arbustive a entraîné une augmentation de l'évaporation, largement compensée par la formation de "trous d'eau" temporaires (érosion plus intense et piétinement lors des opérations récentes de débroussaillement).

Enfin, la dérive i102 → i203 + i204 s'explique aisément. Le débroussaillement, en faisant disparaître la strate arbustive dans une des zones les plus sèches du pare-feu, a entraîné une accentuation du caractère xérique de cette zone (évaporation, installation rapide des graminées).

En résumé, les dérives visibles sur l'axe 2 correspondent soit à une augmentation, soit à une diminution de l'humidité de l'horizon édaphique supérieur.

Dans le premier cas, on passe de "témoins" incendiés sans arbres (cistaie ou lande à *Calluna vulgaris*) à un pare-feu plus ou moins arboré (*Pinus pinea* en I, *Quercus suber* en H). L'amplitude de la dérive, qui ne traduit pas un effet direct du débroussaillement, est ici plus faible. Notons que pour i (pro parte), la dérive observée n'est à notre avis qu'apparente (problème de l'information très inégale que fournissent à un instant donné, les relevés de milieux très instables).

Dans le second cas, l'effet du débroussaillement est au contraire bien sensible. Pour la station G et la sous-station i (pro parte), l'amplitude de la dérive est maximale, puisqu'on passe de "témoins" très fermés, inondés périodiquement (landes à *Erica scoparia* et *Calluna vulgaris*), à des sols dénudés (évaporation intense) ou occupés par des peuplements de graminées ("pompage" de l'eau retenue au niveau de la couche superficielle du sol). Enfin, la station F, située dans un environnement plus forestier (la zone "témoin" et la tranchée pare-feu se trouvent sous couvert dense de *Pinus pinea*) occupe sur l'axe 2 une position intermédiaire. La dérive se fait également dans le sens d'une diminution de l'humidité édaphique, mais son amplitude est moins grande.

c) Interprétation de l'axe 3 (valeur propre = 0,706, figure 6)

* Taxons à forte contribution:

Fig. 6 - Traitement de la totalité des relevés. Dérives "témoins" tranchées pare-feu, projection sur le plan 1 3. Afin de ne pas surcharger les figures 5 et 6, un certain nombre de liaisons "témoins" → tranchées pare-feu n'a pas été tracé.

- Côté -: *Pleurochaete squarrosa* (16), *Polytrichum juniperinum* (10), *Trichostomum brachydontium* subsp. *mutabile* (9), *Homalothecium aureum* (8), *Campylopus pilifer* (5).

- Côté +: *Ceratodon purpureus* (5), *Cephaloziella divaricata* (4), *Scleropodium purum* (2). Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible de proposer une interprétation satisfaisante des dérives visibles sur l'axe 3.

CONCLUSION

Trente quatre relevés bryophytoécologiques ont été réalisés en quatre localités (6 stations ou sous-stations) dans le massif des Maures (Var), sur substrat siliceux. Ils concernent des écosystèmes représentatifs de cette région (cistaies avec ou sans *Quercus suber*, landes, pinède) ayant subi ou non des débroussaillements.

Du point de vue quantitatif, la suppression plus ou moins complète des végétaux ligneux ne semble pas entraîner, sur silice, une modification aussi prononcée que celle qui avait été observée sur calcaire. En effet, la diversité spécifique globale n'est pas significativement accrue au sein des zones débroussaillées. Tout au plus peut-on y noter une augmentation du nombre moyen de taxons par relevé.

Les analyses qualitatives partielles ont révélé que:

- la différenciation de la bryostrate dans les placettes non débroussaillées était liée à la teneur en carbone total de l'horizon édaphique supérieur, ainsi qu'à sa richesse en humus;

- le degré de perturbation de la couche superficielle du sol (instabilité et apports de particules liés à des inondations temporaires et périodiques, à la stagnation et au ruissellement des eaux de pluie) était le facteur prépondérant de la diversité du cortège bryofloristique au niveau des tranchées pare-feu.

L'analyse qualitative globale (prise en compte de l'ensemble des relevés) révèle que le débroussaillement s'accompagne, comme sur calcaire, d'une augmentation de l'éclairement et d'une diminution de l'humidité édaphique, plus ou moins accentuée suivant les stations. Quand cela n'est pas le cas, il s'agit d'exceptions liées à l'état de la végétation phanérogamique ("témoin" sans arbres, tranchée pare-feu correspondante arborée).

On retiendra que le maintien de la strate arborée sur les pare-feu est toujours un facteur de diminution des effets du débroussaillement, comme cela est également la règle sur calcaire.

BIBLIOGRAPHIE

AUBERT G., 1976 - Étude édaphique de certains groupements végétaux de Provence. Thèse Doct. Etat, Marseille (pro parte), 275 p. + 189 tabl. (annexe 1) + 73 pl. fig. (annexe 2).

AUGIER J., 1966 - Flore des Bryophytes. Paris: Lechevalier. 702 p.

BARBERO M., BONIN G., LOISEL R., MIGLIORETTI F. & QUÉZEL P., 1987 - Impact of forest fires on structure and architecture of mediterranean ecosystems. FERN, European Science Foundation, Giens Workshop. *Ecol. Medit.* 13 (4): 39-50, 2 fig.

BARBERO M., LOISEL R. & QUÉZEL P., 1988 - Perturbations et incendies en région méditerranéenne française. *Jaca y Huescas*: 409-419, 2 tabl.

BIGOT L., KABAKIBI M. & LOISEL R., 1987 - Effet spécifique immédiat du débroussaillement sur le peuplement des arthropodes frondicoles d'une chênaie à chêne liège des Maures (Var). *Ecol. Medit.* 13 (1-2): 23-28, 2 tabl., 3 fig.

BIGOT L., KABAKIBI M. & LOISEL R., 1988 - Effets différés du débroussaillement sur le peuplement frondicole des arthropodes du chêne liège des Maures (Var). *Ecol. Medit.* 14 (1-2): 33-39, 1 tabl., 3 fig.

BRISSE H. & GRANDJOUAN G., 1979 - Formulaire floristique des bryophytes de la France. Strasbourg: Institut de Botanique, Laboratoire de Morphologie Expérimentale: 10 p. (non paginé).

CORLEY M.F.V., CRUNDWELL A.C., DÜLL R., HILL M.O. & SMITH A.J.E., 1982 - Mosses of Europe and the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J. Bryol.* "1981" 11 (4): 609-689.

DUCHAUFOUR P., 1970 - Précis de pédologie. Paris: Masson. 481 p.

DÜLL R., 1983 - Distribution of the European and Macaronesian liverworts (Hepaticophytina). *Bryol. Beitr.* 2: 1-114.

DURING H.J., 1979 - Life strategies of bryophytes: a preliminary review. *Lindbergia* 5 (1): 2-18, 1 tabl., 6 fig.

GROLLE R., 1983 - Hepatics of Europe including the Azores: an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J. Bryol.* 12 (3): 403-459.

HÉBRARD J.P. & ROLANDO C., 1985 - Étude comparée du peuplement bryophytique de taillis de chêne vert d'âge différent en forêt domaniale de la Gardiole de Rians (Var, France). *Ecol. Medit.* 11 (2-3): 87-110, 14 tabl., 6 fig.

HÉBRARD J.P., 1987 - Étude comparée du peuplement bryophytique des chênaies pubescentes de "bas-fond" et de "plateau" en forêt domaniale de la Gardiole de Rians (Var, France). *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 8 (2): 109-146, 13 tabl., 7 fig.

HÉBRARD J.P. & LOISEL R., 1991 - Contribution à l'étude de l'effet du debroussaillement sur le peuplement muscinal au niveau de quelques formations arborescentes et arbustives, dans les Bouches-du-Rhône (France méridionale). *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 12 (1): 1-29, 4 tabl., 8 fig.

LECOINTE A., 1988 - Les difficultés dans l'utilisation des bryophytes en typologie forestière: exemple du pays d'Auge (Normandie). *In* GEHU J.-M., Phytosociologie et foresterie. *Colloques Phytosociol.* 14 (Nancy 1985): 629-653, 13 tabl., 1 fig.

LOISEL R., AUBERT G., BARBERO M., BONIN G. & QUÉZEL P., 1988 - Incidence du débroussaillement: relations sol-végétation au niveau des tranchées pare-feu en France méridionale. *In* GEHU J.-M., Phytosociologie et foresterie. *Colloques Phytosociol.* 14 (Nancy 1985): 483-506, 2 tabl., 8 fig.

PIRIOU C., 1984 - Incidence du débroussaillement au niveau des tranchées pare-feu dans le massif des Maures (France méridionale). Thèse de 3ème cycle, Université Aix-Marseille III: 118 p. + 1 annexe.

ROS R.M. & GUERRA J., 1987 - Vegetación briofítica terrícola de la región de Murcia (sureste de España). *Phytocoenologia* 15 (4): 505-567, 14 tabl., 9 fig.

SMITH A.J.E., 1978 - The moss flora of Britain and Ireland. Cambridge: University Press. 706 p., 333 fig.

VAN DER WIJK R., MARGADANT W.D. & FLORSCHÜTZ P.A., 1969 - Index Muscorum 5 (T-Z, Appendix). *Regnum Vegetabile* 65: 1-934.

BRIOFLORA DEL RIO IREGUA (LA RIOJA, ESPAÑA).

Javier MARTINEZ-ABAIGAR * y Alicia EDERRA **

* Area de Biología Vegetal, E.U. Politécnica, Luis de Ulloa 20, 26004 Logroño (España).
** Dpto. Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, Apdo. 273, 31080 Pamplona (España).

RESUMEN - Presentamos un catálogo de la brioflora del rio Iregua (La Rioja, España) compuesto por 123 táxones, 40 Hepáticas y 83 Musgos. *Bryum barnesii* Wood *in* Schimp. es nuevo para España, 8 táxones más son nuevos para el Sistema Ibérico, y 24 más para La Rioja. Analizamos la riqueza específica de las 60 localidades muestreadas, y las agrupamos mediante el índice de afinidad de Jaccard. Discutimos los tipos de reproducción observados, la frecuencia de las especies y algunos aspectos evolutivos.

ABSTRACT - The catalogue of the bryoflora of Iregua river (La Rioja, Spain), is composed of 123 taxa. *Bryum barnesii* is a new record for Spain, 8 taxa are new for the Iberian System, and 24 for La Rioja. Species richness of the 60 sampled localities is analysed and Jaccard's affinity index used. Reproductive trends, frequency and some evolutive aspects of the collected species are discussed.

INTRODUCCION

La Rioja, con sus 5.000 km^2 de superficie, es la menor de las Comunidades Autónomas de la España Peninsular (Fig. 1). La cuenca del rio Iregua ocupa la parte central de la provincia, con una superficie de 692 km^2; el propio rio tiene una longitud de 62,5 km. Nace en la Sierra Cebollera (2150 m) y atraviesa en sus cursos alto y medio la región natural del Camero Nuevo. El curso bajo forma una amplia vega agrícola a partir de Islallana, antes de desembocar en el Ebro cerca de Logroño, a 390 m de altitud.

Biogeográficamente, toda La Rioja pertenece a la región mediterránea (Rivas-Martinez 1987). El curso bajo del Iregua está enclavado dentro del subsector riojano del sector riojano-estellés (provincia aragonesa, superprovincia mediterráneo-iberolevantina), mientras que los cursos medio y alto participan del sector ibérico-soriano (provincia carpetano-ibérico-leonesa, superprovincia mediterráneo-iberoatlántica).

La cuenca alta del Iregua, hasta Villanueva de Cameros, está formada casi en su totalidad por materiales mesozoicos del Jurásico-Cretácico (facies Purbeck-Weald), que constituyen potentes series sedimentarias continentales en ambiente deltaico (Fig. 2). La litología de la facies es muy variada; la mayor representación corresponde a cuarzarenitas y areniscas, pero también aparecen niveles de calizas, margas y limolitas, enclavados entre el material ácido. Las cabeceras de algunos afluentes del Iregua por la izquierda entran en contacto con los esquistos del macizo paleozoico de la Sierra de la Demanda. Además, una banda caliza del Jurásico marino atraviesa el curso medio del Iregua en



Fig. 1.- Situación geográfica de la cuenca del río Iregua en La Rioja y España.

perpendicular, aproximadamente desde Villanueva hasta el N de Torrecilla. En contacto con ella se disponen materiales del Triásico, poco abundantes (dolomías, calizas, arcillas y yesos). La parte baja de la cuenca está constituida por conglomerados calizos del Terciario, excepto en los materiales cuaternarios del cauce del río y sus proximidades.

Con respecto a la **climatología**, la cabecera del Iregua es la zona más húmeda de toda la cuenca, ya que su elevada altitud le permite recibir con mayor intensidad las influencias atlánticas procedentes del Cantábrico. Los cursos medio y bajo son más secos por la influencia mediterránea del valle del Ebro, que penetra por las cuencas de todos sus afluentes riojanos. Los datos meteorológicos de la cuenca del Iregua son escasos. Montenegro de Cameros, en la provincia de Soria a 1245 m de altitud, recoge 991 mm de precipitación anual, y su temperatura media anual es de 9,0°C (piso bioclimático supramediterráneo, con ombroclima subhúmedo). Lumbreras, situado en la solana a 1184 m, tan sólo recoge 565 mm anuales de precipitación, por efecto de su particular microclima, con una temperatura media anual de 9,1°C (piso supramediterráneo de ombroclima seco). En el curso bajo del río, el observatorio de Logroño (390 m) registra una precipitación de 451 mm anuales y una temperatura media anual de 13,3°C (piso mesomediterráneo de ombroclima seco). En el piso oromediterráneo no existen observatorios meteorológicos.

De acuerdo con el acusado gradiente altitudinal y la variabilidad litológica, la **vegetación** de la cuenca es muy variada. En el piso oromediterráneo, presente en las cumbres de la sierra Cebollera, se asientan formaciones arbustivas de arándanos con enebro rastrero (*Vaccinio myrtilli-Juniperetum nanae* Rivas-Martínez 1964), a veces acompañadas de *Pinus sylvestris* L. o *P. uncinata* Miller *ex* Mirbel. El piso supramediterráneo se extiende aproximadamente desde la cota 1700 hasta que el Iregua se abre en la vega de Islallana. Incluye la mayor parte de las formaciones arbóreas de la

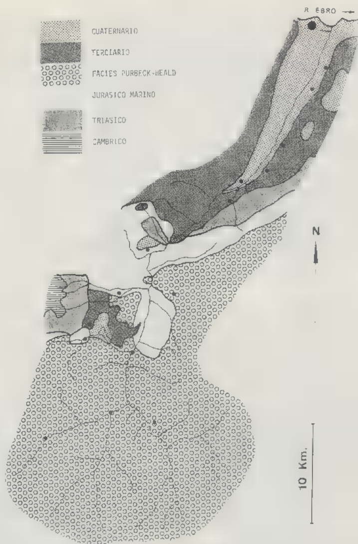


Fig. 2.- Litologia de la cuenca del rio Iregua.

cuenca: hayedos, pinares, melojares y quejigares, así como algunos carrascales. Los hayedos están recluidos en las hondonadas, tanto sobre sustrato silíceo (*Ilici aquifolii-Fagetum* Br.-Bl. 1967) como calizo. Los pinares de *Pinus sylvestris* se han desarrollado favorecidos por la repoblación forestal, especialmente en las zonas de Ortigosa y Villoslada de Cameros, y ocupan áreas que en otro tiempo correspondían a hayedos y melojares. El melojar (*Festuco heterophyllae-Quercetum pyrenaicae* Br.-Bl. 1967) cubre una amplia extensión de la cuenca alta ácida, y es sustituido por el quejigar (*Cephalanthera*

longifoliae-Quercetum fagineae Rivas-Martínez *in* Rivas-Goday 1959) aguas abajo de Villanueva, al dominar ya el sustrato calizo. Los carrascales de *Quercus rotundifolia* Lam. colonizan algunos vallejos laterales del piso supramediterráneo, y se encuentran todavía en un buen estado de conservación. El curso bajo del Iregua, desde Islallana hasta la desembocadura, forma parte del piso mesomediterráneo. Abundan los cultivos hortícolas y frutales, aunque en zonas no aptas para la agricultura pueden observarse diversos tipos de matorrales heliófilos, etapas degradativas de los carrascales clímax (Fernández González *et al.* 1986).

El régimen hidrológico del Iregua presenta en cabecera un seÑalado carácter pluvio-nival; los caudales máximos se alcanzan en abril (debido a las precipitaciones primaverales y a la fusión de nieve), y los estiajes son muy acentuados por la escasez de lluvias estivales y de reserva nival. Las precipitaciones otoÑales permiten una primera recuperación del caudal, pero en invierno éste no es muy elevado (influencia continental). En el curso medio, el carácter nival está debilitado, y se alcanza el máximo caudal en marzo. El régimen del curso bajo está modificado por la regulación que ejerce el embalse de González Lacasa (Ortigosa), así como por la intensidad de los riegos.

CATALOGO BRIOFLORISTICO.

Presentamos a continuaci"n un catálogo de 123 táxones de Briófitos, 40 de Hepáticas y 83 de Musgos, recolectados en una red de 60 estaciones de muestreo. Se realizaron recolecciones en todas las épocas del año, aunque los muestreos más intensos se hicieron en verano. con el mínimo nivel de agua; en esta época los briófitos quedan emergidos y se reproducen sexualmente con mayor frecuencia (Allorge 1947, Vitt & Glime 1984). En cada localidad se escogió un tramo de aproximadamente 100 m de largo. suficientemente representativo de sus características. En este espacio se recolectaban los briófitos sumergidos (muestreos de invierno y primavera), o también los situados en zonas de salpicadura hasta 20 cm por encima del nivel del agua (muestreos de verano y otoño). Una considerable proporción de los táxones del catálogo son palustres o higrófilos terrícolas, y de hecho sólo 30 táxones se han encontrado sumergidos en la época de estiaje. Sin embargo, todos pasan un cierto periodo del año completamente sumergidos.

Hemos seguido la nomenclatura de Grolle (1983) para las Hepáticas y la de Corley *et al.* (1982) para los Musgos, salvo algunas excepciones en categorías infraespecíficas. Se señalan con (*) los 33 táxones nuevos para La Rioja, de acuerdo con Fuertes y Mendiola (1984) y Martínez-Abaigar (1987). Se destaca con (**) *Bryum barnesii* Wood *in* Schimp., que es nuevo para España. Con estas adiciones, el catálogo de Briófitos de La Rioja viene a constar de 302 táxones, 70 Hepáticas y 232 Musgos. Las muestras testigo se encuentran depositadas en el herbario personal de JMA. Según los datos consultados, son nuevos para el Sistema Ibérico: *Cephalozia connivens*, *Jungermannia exsertifolia* subsp. *cordifolia*, *J. hyalina*, *J. pumila*, *Pedinophyllum interruptum*, *Radula aquilegia*, *Orthotrichum rivulare* y *Schistidium agassizii*.

A continuación figuran las localidades de herborización, numeradas y ordenadas alfabéticamente (Fig. 3). De cada una se especifican los siguientes datos: UTM, altitud, sustrato dominante, vegetación, y las medidas de primavera de pH y temperatura (ORION SA 250), así como de conductividad en μS cm (CRISON CDTM-523) y de anchura del curso de agua (m).

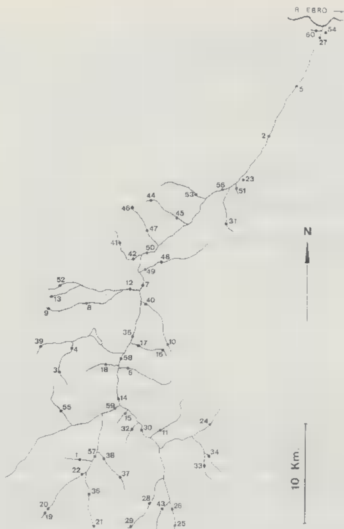


Fig. 3.- Localidades de herborización. Para mayor detalle, ver el texto.

1: Achichuelo, 30T WM2557, 1300 m, areniscas con niveles calcáreos, hayedo, 7.52, 5°C, 42, 2.3.
2: Albelda (Iregua), WM4390, 500 m, cantos rodados, chopera, 8.35, 13°C, 235, 9.2.
3: Albercos alto, WM2366, 1350 m, areniscas con niveles calcáreos, pinar-hayedo, 8.04, 4°C, 196, 1.5.
4: Albercos, fuente S. Antonio, WM2469, 1100 m, calizas y tobas, sauceda, 8.10, 5°C, 189, 2.7.
5: Alberite (Iregua), WM4695, 440 m, cantos rodados, chopera, 8.48, 13°C, 266, 34.

6: Aldea, WM2967, 950 m, areniscas con niveles calcáreos, hayedo-quejigal, 8.05, 7°C, 142, 3.0.
7: Almarza (Iregua), WM3075, 800 m, cantos rodados, saucedas, choperas y quejigal, 8.11, 7°C, 115, 19.5.
8: Argenzana Trias, WM2673, 1000 m, calizas, hayedo- marojal, 7.54, 6°C, 59, 1.4.
9: Argenzana Cámbrico, WM2272, 1400 m, esquistos, hayedo-pinar, 6.90, 4°C, 25, 0.4.
10: Canalejas, WM3369, 1300 m, calizas, hayedo, 7.72, 7°C, 295, 0.6.
11: CaÑada Ancha, WM3260, 1200 m, cuarzarenitas y areniscas, marojal, 6.76, 8°C, 39, 2.3.
12: Castejón Jurásico, WM2974, 840 m, calizas, quejigal-sauceda, 8.27, 7°C, 221, 3.0.
13: Castejón Cámbrico, WM2274, 1350 m, esquistos, hayedo, 6.82, 5°C, 19, 0.3.
14: Dos Ríos (Iregua), WM2864, 1000 m, cantos rodados, chopera-sauceda, 7.35, 7°C, 52, 12.
15: Eros, WM2962, 1020 m, cuarzarenitas y areniscas, pinar con abedules y marojos, 6.67, 9°C, 24, 1.0.
16: Gallinero alto, WM3269, 1200 m, cuarzarenitas y calizas, hayedo, 8.05, 5°C, 122, 0.6.
17: Gallinero bajo, WM3069, 950 m, calizas, quejigal- carrascal, 8.61, 6°C, 336, 1.0.
18: Hoyo, WM2867, 900 m, calizas, areniscas y cuarzarenitas, marojal, 8.12, 7°C, 195, 2.3.
19: Hoyos de Iregua, sol (Iregua), WM2152, 1800 m, areniscas y cuarzarenitas, pinar aclarado con *Juniperus communis* L. subsp. *nana* Syme *in* Sowerby y *Vaccinium myrtillus* L., 6.60, 4°C, 22, 2.6.
20: Hoyos de Iregua, sombra (Iregua), WM2252, 1800 m, areniscas y cuarzarenitas, pinar denso, 6.71, 4°C, 25, 1.9.
21: Hoyo Mayor (Puente Herrada), WM2651, 1650 m, areniscas y cuarzarenitas, pinar aclarado con *Juniperus communis* subsp. *nana* y *Vaccinium myrtillus*, 6.62, 3°C, 13, 3.5.
22: Iregua, cruce Puente Herrada, WM2556, 1250 m, areniscas, pinar-hayedo, 6.93, 5°C, 32, 5.6.
23: Islallana, acequia, WM3985, 580 m, cemento, matorral con *Genista scorpius* (L.)DC., 8.23, 10°C, 280, 0.5.
24: Lavater, WM3761, 1300 m, limolitas y cuarzarenitas, hayedo-pinar, 6.68, 6°C, 38, 3.3.
25: Lavieja alto, WM3451, 1550 m, areniscas, hayedo- pinar, 7.02, 2°C, 30, 1.2.
26: Lavieja medio, WM3453, 1350 m, areniscas y limolitas, hayedo, 7.15, 2°C, 36, 3.3.
27: Logroño (Iregua), WM4700, 390 m, cantos rodados, chopera, 8.61, 15°C, 288, 33.
28: Lumbreras, Abasco, WM3253, 1450 m, areniscas y cuarzarenitas, hayedo, 7.01, 3°C, 44, 4.2.
29: Lumbreras, Haigal, WM3051, 1800 m, conglomerados cuarcíticos en grandes bloques (morrenas), brezal con *Calluna vulgaris* (L.) Hull, 6.81, 2°C, 19, 1.0.
30: Lumbreras, Lumbreras, WM3160, 1160 m, cantos rodados y cuarzarenitas, marojal, 7.25, 8°C, 47, 8.0.
31: Madre, WM3981, 1050 m, calizas, matorral con boj y *Genista scorpius*, 8.52, 12°C, 403, 0.8.
32: Monjes, WM3060, 1160 m, conglomerados cuarcíticos, pinar-marojal, 6.65, 5°C, 22, 1.9.
33: Montelacasa, WM3758, 1350 m, conglomerados cuarcíticos y cuarzarenitas, pinar-hayedo, 6.80, 5°C, 23, 1.6.
34: Piqueras, venta, WM3759, 1350 m, areniscas y conglomerados cuarcíticos, saucedas, 6.50, 6°C, 42, 3.3.
35: Pradillo (Iregua), WM3070, 870 m, cantos rodados, chopera-quejigal, 8.15, 7°C, 75, 14.
36: Puente Herrada medio, WM2654, 1400 m, areniscas, hayedo, 6.82, 3°C, 28, 6.1.
37: Rameras alto, WM2857, 1400 m, areniscas, pinar, 7.12, 6°C, 36, 3.8.
38: Rameras bajo, WM2758, 1200 m, areniscas, hayedo, 7.25, 7°C, 41, 4.9.
39: Rioseco de Ortigosa, WM2168, 1250 m, calizas y areniscas, hayedo-pinar, 7.47, 6°C, 112, 0.6.
40: Rioseco de Pinillos, WM3173, 800 m, calizas, quejigal, 8.58, 8°C, 330, 2.1.
41: San Pedro alto, WM2879, 920 m, calizas, chopera- quejigal, 7.51, 7°C, 332, 1.6.
42: San Pedro bajo, WM2977, 800 m, calizas, chopera, 8.38, 10°C, 329, 2.5.
43: Senestillos, WM3353, 1350 m, areniscas y limolitas, hayedo, 6.87, 2°C, 16, 3.5.

44: Solbes alto, WM3283, 1400 m, conglomerados cuarcíticos, hayedo, 6.90, 7°C, 28, 2.0.
45: Solbes bajo, WM3482, 820 m, conglomerados calizos, hayedo, 8.17, 7°C, 179, 2.6.
46: Tamborrios alto, WM2982, 1400 m, conglomerados cuarcíticos, brezal con *Erica arborea* L., 6.82, 6°C, 18, 0.2.
47: Tamborrios bajo, WM3081, 1050 m, conglomerados calizos, bojedal, 8.60, 11°C, 388, 2.1.
48: Tómalos, sol, WM3177, 840 m, calizas, bojedal, 8.66, 8°C, 424, 2.0.
49: Tómalos, sombra, WM3076, 800 m, calizas, chopera- sauceda densa, 8.63, 8°C, 415, 3.8.
50: Torrecilla (Iregua), WM3178, 740 m, cantos rodados, chopera, 8.20, 9°C, 220, 19.2.
51: Toseca, WM3985, 580 m, conglomerados calizos y tobas, matorral con *Genista scorpius*, 8.23, 14°C, 2120, 1.0.
52: Trampal, WM2475, 980 m, calizas, hayedo, 8.13, 7°C, 294, 2.6.
53: Urrilla, WM3684, 650 m, conglomerados calizos, carrascal-quejigal, 8.31, 9°C, 268, 2.1.
54: Varea, acequia, WN4801, 390 m, cemento, cultivos, 8.19, 12°C, 302, 0.6.
55: Viciercas, WM2362, 1250 m, areniscas y limolitas, hayedo-marojal, 7.98, 6°C, 166, 2.5.
56: Viguera (Iregua), WM3784, 620 m, cantos rodados, chopera, 8.22, 10°C, 213, 12.5.
57: Villamercedes (Iregua), WM2658, 1140 m, cantos rodados y areniscas, pinar-marojal, 7.02, 6°C, 39, 7.9.
58: Villanueva (Iregua), WM2967, 900 m, cantos rodados, sauceda-chopera y marojal, 7.64, 7°C, 62, 15.3.
59: Villoslada (Iregua), WM2863, 1000 m, cantos rodados, chopera y marojal, 8.23, 8°C, 194, 3.7.
60: Zapatero, fuente, WN4700, 390 m, tobas, chopera, 7.30, 16°C, 722, 0.4.

Hepaticas

Aneura pinguis (L.) Dum. - 6, 11, 15, 18, 22, 32, 51.

Apometzgeria pubescens (Schrank) Kuwah. - 8.

* ***Barbilophozia lycopodioides*** (Wallr.) Loeske - 21.

Calypogeia arguta Nees & Mont. - 11.

C. azurea Stotler & Crotz - 11, 19, 21.

Cephalozia bicuspidata (L.) Dum. - 11, 19.

* ***C. connivens*** (Dicks.) Lindb. - Taludes ácidos húmedos a 1800 m de altitud. **Es nueva para el Sistema Ibérico.** Distribución aproximada en España (Fig. 4 A): Asturias, Cádiz, León, Lugo, Madrid, Segovia. También localizada en el País Vasco-francés y en Portugal. 19.

Chiloscyphus polyanthos (L.) Corda - Incluimos aquí también las muestras asimilables a la var. *rivularis* (Schrad.) Gott. *et al.*, que Düll (1983) sinonimiza al tipo, aunque Järvinen (1983) le confiere un claro rango varietal. 1, 3, 8, 11, 13, 19, 20, 21, 22, 25, 32, 33, 34, 36, 39, 43, 44, 45, 52, 57, 60.

Conocephalum conicum (L.) Underw. - 1, 6, 10, 18, 36, 42, 51.

Diplophyllum albicans (L.) Dum. - 11, 15, 44.

* ***Jungermannia atrovirens*** Dum. - 1.

* ***J. exsertifolia*** Steph. subsp. *cordifolia* (Dum.) Váňa - Sumergida en aguas blandas neutras (pH 6.8-7.2), sobre areniscas tabulares o cuarzarenitas, siempre por encima de 1100 m. En ninguna ocasión se ha recolectado con periantos, quizá debido a su permanente inmersión. **Es nueva para el Sistema Ibérico.**



Fig. 4.- Distribución aproximada en España y la Península Ibérica de *Cephalozia connivens* (A), *Jungermannia exsertifolia* ssp. *cordifolia* (B), *J. hyalina* (C) y *J. pumila* (D).

Distribución aproximada en España (Fig. 4 B): Asturias, Avila, Gerona, Granada, Guipúzcoa, Huesca, Lérida, Madrid, Salamanca. 26, 28, 29, 36, 37, 38, 43, 57.

* ***J. gracillima*** Sm. - 11.

* ***J. hyalina*** Lyell - Taludes y cuarzarenitas rezumantes, a 1800 m de altitud. **Es nueva para el Sistema Ibérico.** Distribución aproximada en España (Fig. 4 C): Asturias, Avila, Barcelona, Cáceres, Cádiz, Coruña, Gerona, Guipúzcoa, León, Lérida, Lugo, Navarra, Pontevedra, Salamanca. También localizada en Andorra y Portugal. 19.

* ***J. leiantha*** Grolle - 15.

* ***J. pumila*** With. - Areniscas y cuarzarenitas muy húmedas, en ocasiones sumergida; frecuentemente con periantos y hojas perigoniales. **Es nueva para el Sistema Ibérico.** Distribución aproximada en España (Fig. 4 D): Asturias, Cádiz, Cantabria, Granada, Madrid, Navarra, Canarias. También en Portugal. 11, 15, 32.

Lejeunea cavifolia (Ehrh.) Lindb. - 15, 21, 29, 32, 36, 44.

Lophocolea bidentata (L.) Dum. - 20, 44.

* ***Lophozia collaris*** (Nees) Dum. - 45.

* ***L. turbinata*** (Raddi) Steph. - 51, 60.

Lunularia cruciata (L.) Lindb. - 7, 8, 12, 42, 50, 51, 53, 58.

Marchantia polymorpha L. - 3, 4, 6, 8, 12, 15, 18, 19, 20, 22, 36, 38, 45, 50, 53, 57, 58, 59.

* *Marsupella emarginata* (Ehrh.) Dum. - 44.

Metzgeria conjugata Lindb. - 15.

M. furcata (L.) Dum. - 44.

* *Pedinophyllum interruptum* (Nees) Kaal. - Taludes calizos terrosos, en un hayedo muy sombrío con elevada humedad ambiental. **Es nueva para el Sistema Ibérico.** Distribución aproximada en España (Fig. 5 A): Alava, Asturias, Barcelona, Cantabria, Gerona, Granada, Guipúzcoa, Huesca, Lérida, Navarra, Vizcaya. 45.

Pellia endiviifolia (Dicks.) Dum. - 1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 18, 20, 21, 22, 31, 36, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 59, 60.

P. epiphylla (L.) Corda - 11, 13, 15, 19, 32.

Plagiochila asplenioides (L. *emend.* Tayl.) Dum. - 45.

P. porelloides (Torrey *ex* Nees) Lindenb. - 3, 8, 12, 13, 15, 18, 21, 28, 32, 34, 37, 44.

Porella cordaeana (Hueb.) Moore - 8, 9, 12, 13, 20, 21, 24, 25, 28, 34, 44, 52.

* *Radula aquilegia* (Hook. f. & Tayl.) Gott. & *al.* - Cuarzarenitas rezumantes en arroyo. **Es nueva para el Sistema Ibérico.** Distribución en España (Fig. 5 B): Asturias, Pirineo Catalán (Lloret, com. pers.), Canarias. También en Portugal. 19.

Riccardia chamaedryfolia (With.) Grolle - 25, 32, 51.

R. multifida (L.) S. Gray - 15, 25, 32.

* *Scapania aspera* M. & H. Bern. - 17.

S. compacta (A. Roth) Dum. - 46.

S. irrigua (Nees) Nees - 19.

* *S. nemorea* (L.) Grolle - 11.

S. undulata (L.) Dum. - Incluimos aquí también los ejemplares asimilables a la var. *dentata* (Dum.) Douin. 1, 9, 11, 13, 15, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 28, 32, 33, 34, 36, 37, 43, 44, 46.

* *Southbya tophacea* (Spruce) Spruce - 45.

Musgos

Amblystegium riparium (Hedw.) B., S. & G. - 23, 50, 53, 54, 56.

A. serpens (Hedw.) B., S. & G. - 17, 23, 50, 59.

Aulacomnium palustre (Hedw.) Schwaegr. - 15.

Barbula unguiculata Hedw. - 2.

Bartramia hallerana Hedw. - 15.

B. ithyphylla Brid. - 19.

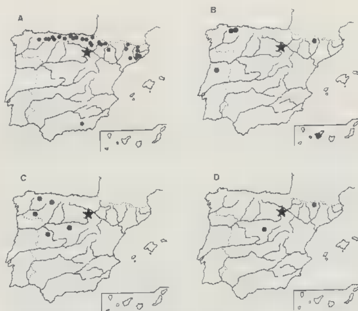


Fig. 5.- Distribución aproximada en España y la Península Ibérica de *Pedinophyllum interruptum* (A), *Radula aquilegia* (B), *Orthotrichum rivulare* (C) y *Schistidium agassizii* (D).

Brachythecium plumosum (Hedw.) B., S. & G. - 1, 44.

B. rivulare B., S. & G. - 2, 7, 8, 9, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 50, 52, 53, 55, 56, 57, 58. En las estaciones 2, 41, 42 y 50 (pH entre 7.51 y 8.38) las muestras presentaban aurículas menos marcadas, y eran estériles o sólo mostraban arquegonios. Según Hébrard (com. pers.) podrían corresponder a *B. rutabulum* (Hedw.) B., S. & G. con desaparición rápida de los anteridios, pero la distinción entre ambas especies es difícil.

B. velutinum (Hedw.) B., S. & G. - 19, 20, 25, 26, 44.

Bryum alpinum With. - 11.

B. argenteum Hedw. - 2.

** ***B. barnesii*** Wood *in* Schimp. - Cantos rodados emergidos, salpicados por el agua, estacionalmente sumergidos. Se distingue de otras especies del "complejo *Bryum bicolor*" por los rizoides de color marrón claro o marrón rojizo, y los propágulos desarrollados de hasta 600 μm de largo, varios por axila, con escamas foliares sólo en la parte superior (Wilczek & Demaret 1976). Según Corley *et al.* (1982) es una buena especie, aunque Smith (1978) y Düll (1984) la sinonimizan con *Bryum bicolor* Dicks. Todos aconsejan un estudio más amplio del "complejo *Bryum bicolor*". **Es nueva para España y la Península Ibérica.** Su distribución conocida alcanza Alemania, Bélgica, Francia, Holanda y Gran Bretaña (Demaret, com. pers.). 2, 50, 56.

* ***B. bicolor*** Dicks. - 27.

B. capillare Hedw. - 17.

B. flaccidum Brid. - 23.

* ***B. gemmiparum*** De Not. - 1, 17, 22, 40, 56, 57, 58.

* ***B. intermedium*** (Brid.) Bland. - 43.

* ***B. klinggraeffii*** Schimp. - 51, 58.

B. pseudotriquetrum (Hedw.) Gaertn., Meyer & Schreb. 1, 2, 3, 6, 9, 10, 11, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 43, 47, 48, 51, 55, 57, 60.

B. pseudotriquetrum subsp. *bimum* (Brid.) Hartm. - 1.

Calliergonella cuspidata (Hedw.) Loeske - 1, 3, 7, 11, 18, 19, 26, 28, 31, 37, 38, 43.

* ***Campylium chrysophyllum*** (Brid.) J. Lange - 51.

* ***C. stellatum*** (Hedw.) J. Lange & C. Jens. - 11, 18, 25.

* ***Cinclidotus fontinaloides*** (Hedw.) P. Beauv. - 2, 7, 14, 17, 35, 40, 41, 48, 58, 59.

Cirriphyllum crassinervium (Tayl.) Loeske & Fleisch. 17, 35, 49, 58.

Cratoneuron commutatum (Hedw.) G. Roth - 3, 4, 6, 10, 16, 18, 22, 31, 37, 39, 42, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 60.

C. commutatum var. *falcatum* (Brid.) Mönk. - 1, 3, 18, 31, 36, 48, 51.

* ***C. commutatum*** var. *fluctuans* (B. S. G.) Wijk & Marg. (= *C. commutatum* var. *irrigatum* (Zett.) Mönk.) - 25, 26, 38.

C. filicinum (Hedw.) Spruce - 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 16, 17, 18, 20, 22, 25, 27, 31, 35, 36, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 52, 54, 55, 56, 58, 59, 60.

C. filicinum var. *fallax* (Brid.) G. Roth - 51.

Ctenidium molluscum (Hedw.) Mitt. - 11, 28.

* ***Dichodontium pellucidum*** (Hedw.) Schimp. - En 43 presentaba propágulos en el tallo (f. *propagulifera* Correns). 6, 25, 43.

Didymodon insulanus (De Not.) M.O. Hill - 8, 17, 22, 35, 41, 50, 56.

* ***D. rigidulus*** Hedw. - 1, 7, 16, 17, 27, 35, 50, 56.

D. tophaceus (Brid.) Lisa - 31, 40, 47, 48, 51, 60.

* ***D. vinealis*** (Brid.) Zander - 18, 50.

* ***Drepanocladus exannulatus*** (B., S. & G.) Warnst. - 11.

D. uncinatus (Hedw.) Warnst. - 20, 28.

Eucladium verticillatum (Brid.) B., S. & G. - 51, 60.

Eurhynchium hians (Hedw.) Sande Lac. - 1, 2, 3, 5, 7, 8, 12, 16, 18, 20, 34, 35, 36, 37, 39, 51, 58, 59.

E. pulchellum (Hedw.) Jenn. - 13, 44.

E. speciosum (Brid.) Jur. - 5, 60.

Fissidens adianthoides Hedw. - 6, 18, 43.

F. crassipes Wils. *ex* B., S. & G. - 12, 23, 27, 31, 41, 48, 49.

F. cristatus Wils. *ex* Mitt. - 32.

F. grandifrons Brid. - 41, 45, 53.

F. rivularis (Spruce) B., S. & G. - 1, 8, 32, 38.

F. taxifolius Hedw. - 1, 9, 11, 15, 16, 19, 22, 32, 36, 37, 39, 44.

* ***F. viridulus*** (Sw.) Wahlenb. - 1, 3, 8, 9, 11, 12, 15, 19, 20, 21, 25, 32, 36, 39.

Fontinalis antipyretica Hedw. - 6, 8, 9, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 32, 33, 34, 36, 38, 43, 44, 57.

F. squamosa Hedw. - 20, 22, 32, 33, 34, 36, 37.

Funaria hygrometrica Hedw. - 50.

Heterocladium heteropterum B., S. & G. - 44.

Hookeria lucens (Hedw.) Sm. - 15, 20, 32.

Hygrohypnum duriusculum (De Not.) Jameson - 19, 20, 21, 22, 25, 29, 36.

Hygrohypnum luridum (Hedw.) Jenn. - 1, 3, 4, 6, 7, 14, 18, 22, 28, 30, 32, 36, 37, 38, 39, 43, 47, 50, 52, 58.

Mnium spinulosum B., S. & G. - 20.

M. stellare Hedw. - 20.

Orthotrichum affine Brid. - Sobre cuarzarenitas, un sutrato poco frecuente para la especie. 50.

O. anomalum Hedw. - 6.

O. cupulatum Brid. - 6, 7, 14, 17, 18, 35, 40, 56, 58.

* ***O. rivulare*** Turn. - Sobre cantos rodados dentro del río, en zonas de gran caudal, sumergido estacionalmente. **Es nuevo para el Sistema Ibérico.** Distribución en España (Fig. 5 C): Asturias, León, Orense, Salamanca, Segovia. 35, 58, 59.

O. rupestre Schleich. *ex* Schwaegr. - 19, 20, 58.

Philonotis calcarea (B.& S.) Schimp. - 1, 3, 10, 11, 18, 31, 40, 48, 55.

P. fontana (Hedw.) Brid. - 19.

P. seriata Mitt. - 19, 21, 29, 36.

Plagiomnium affine (Bland.) T. Kop. - 2, 7, 18, 20, 35, 38, 39, 50.

P. undulatum (Hedw.) T. Kop. - 1, 4, 8, 9, 12, 28, 34, 43, 45, 53, 59.

Plagiothecium nemorale (Mitt.) Jaeg. - 8, 13, 44.

Pohlia proligera (Kindb. *ex* Breidl.) Lindb. *ex* H.Arn. - 18.

Polytrichum commune Hedw. - 11, 19, 20, 21.

Racomitrium aciculare (Hedw.) Brid. - Siempre sobre rocas ácidas. 8, 11, 15, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 43, 44, 46, 57.

Rhizomnium punctatum (Hedw.) T. Kop. - 1, 9, 10, 11, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 32, 36, 39, 43, 59.

Rhynchostegiella teesdalei (B., S. & G.) Limpr. - 1, 3, 12, 38, 39.

Rhynchostegium riparioides (Hedw.) Card. - 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60.

* ***Rhytidiadelphus squarrosus*** (Hedw.) Warnst. - 21, 25.

* ***Schistidium agassizii*** Sull. & Lesq. - Cuarzarenitas y areniscas rezumantes, sumergido estacionalmente, a 1200 m de altitud, en aguas blandas neutras. Bremer (1980) recoge una cita de esta especie en la sierra de Guadarrama basándose en material de Willkomm, y Casas (*Bryotheca Hispanica* no. 1067) la cita en Lérida. Nuestra recolección constituye por tanto la tercera en España, y es novedad para el Sistema Ibérico (Fig. 5 D). Esta especie es frecuente en Escandinavia, y se encuentra también en los Alpes, Groenlandia y Norteamérica (Bremer 1980). 11.

S. apocarpum (Hedw.) B. & S. - 1, 7, 8, 11, 18, 19, 39, 43, 50, 58, 59.

S. rivulare (Brid.) Podp. - 14, 19, 20, 21, 22, 25, 29, 30, 36, 37, 57, 58, 59.

Sphagnum flexuosum Dozy & Molk. (= *S. recurvum* P. Beauv. var. *amblyphyllum* (Russ.) Warnst.) - 19.

S. palustre L. - 11, 15, 21.

S. subnitens Russ. & Warnst. - 11.

Thamnobryum alopecurum (Hedw.) Nieuwl. - 1, 8, 11, 12, 13, 15, 20, 21, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 36, 42, 44, 45, 52, 59.

ANALISIS DE LA RIQUEZA ESPECIFICA DE LAS LOCALIDADES

La riqueza en hepáticas es comparativamente mayor en localidades del curso alto, con sustrato ácido, y en arroyos de escaso caudal (Fig. 6). Las hidrófilas típicas desaparecen completamente del curso principal por efecto del abundante caudal, y quedan únicamente higrófilas talosas más bien terrícolas (*Lunularia cruciata*, *Marchantia polymorpha*, *Pellia endiviifolia*). Incluso estas especies son eliminadas del curso bajo, a causa del severo estiaje. Los musgos siguen un patrón de riqueza bastante similar a las hepáticas. Los sustratos ácidos del curso alto, especialmente los situados en el piso oromediterráneo, son los más ricos florísticamente. Las especies hidrófilas son escasas en el curso principal del río, y desaparecen en el curso bajo. En los arroyos del curso medio la riqueza se mantiene gracias principalmente a especies terrícolas higrófilas o emergentes (*Bryum* spp., *Didymodon* spp., *Cratoneuron filicinum*...), que colonizan los sustratos calizos rezumantes y los protosuelos formados sobre cantos rodados.

En el total de especies (Fig. 6) se observa una evolución del mismo tipo que las anteriores. Por un lado se establece un marcado gradiente altitudinal, de manera que hay mayor riqueza en altitudes más elevadas, aspecto ya apuntado por Gil & Guerra (1985) en comunidades acuáticas y por Lee & La Roi (1979) en otras comunidades. En esas condiciones de baja temperatura y gran torrencialidad los briófitos compiten con éxito frente a otras plantas acuáticas (Martínez-Abaigar & Sánchez-Díaz 1988). Un segundo factor es el tipo de sustrato, que en el río Iregua está solapado con la altitud: el curso alto es casi exclusivamente ácido. En este sustrato se da una mayor riqueza, sobre todo en

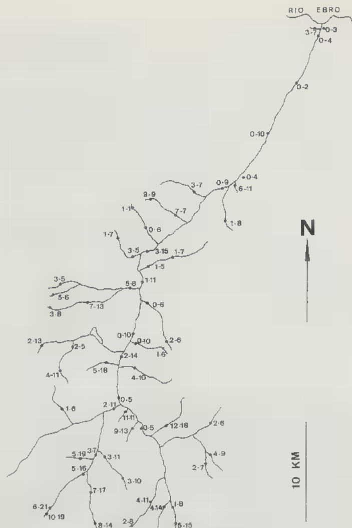


Fig. 6.- Riqueza especifica de las localidades muestreadas. En cada localidad el primer número indica las Hepáticas y el segundo los Musgos.

especies hidrófilas típicas, por la mejor disponibilidad de CO_2 libre y la preferencia por medios poco mineralizados. Un tercer factor clave es el caudal, ya que la brioflora es más variada en arroyos de flujo medio o escaso que en el curso principal del río. Varias son las razones que justifican este hecho. Por un lado, el deterioro mecánico que ocasionan el agua y los materiales en suspensión. Por otra parte, el arrastre de las diásporas por la corriente, que evita su anclaje salvo en espacios (fisuras, protosuelos) o tiempos (estiaje) determinados;

el sustrato dominante, cantos rodados lisos, también dificulta dicho anclaje. Otra razón básica del descenso de riqueza en el curso principal es el acusado estiaje, especialmente en el curso bajo. A pesar de la evidente influencia de los factores altitud, sustrato y caudal, el carácter marcadamente higrófilo de gran parte de las especies recolectadas puede modificar el patrón de variación descrito, y elevar considerablemente la riqueza en localidades calizas de altitudes medias. Esta riqueza viene causada por especies terrisaxícolas mesohigrófilas, no por hidrófilas.

Por último, la contaminación no influye decisivamente en la distribución de la riqueza florística, salvo en puntos concretos de vertidos orgánicos; en estos lugares, la anoxia prolongada elimina a toda planta sumergida. La influencia de la contaminación orgánica sobre la vegetación hidrófila se intensifica durante el verano, ya que disminuyen los caudales y por tanto la capacidad de autodepuración.

AGRUPAMIENTO DE LAS LOCALIDADES MEDIANTE EL INDICE DE AFINIDAD DE JACCARD

El índice de afinidad de Jaccard está basado en la presencia-ausencia de especies en los distintos inventarios o localidades. Tiene en cuenta las especies comunes a cada par de localidades y las totales de cada una de ellas, y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$J = C \quad (A + B - C)$$

donde A = número total de especies de la localidad o inventario A; B = ídem de B; C = número de especies comunes a A y B.

Hemos agrupado las localidades mediante el método de relaciones simples (Legendre & Legendre 1984), y hemos representado los resultados en forma de dendrograma (Fig. 7). Hemos reconocido tres grupos principales: el primero reúne las localidades sobre sustrato ácido de la cuenca alta del río, con aguas de pH 6.5-7.3 y conductividad baja (hasta 50 μS cm). Se corresponde con las estaciones 11, 15, 32, 9, 24, 33, 34, 28, 13, 37, 43, 38, 26, 19, 25, 21, 20, 36, 22, 57, 29, 30 y 14. Algunas de las especies diferenciales más importantes con respecto a los otros grupos son *Scapania undulata*, *Racomitrium aciculare*, *Fontinalis* spp. y *Schistidium rivulare*. Hacia la parte derecha del dendrograma se agrupan las localidades con sustrato de influencia caliza y aguas mineralizadas de pH mayor que 7,5 (18, 3, 39, 1, 8, 12, 6, 45, 53, 4, 49, 16, 41, 52, 42, 55, 10, 31, 48, 47, 60, 51), en las cuales se encuentran generalmente *Cratoneuron commutatum* var. *commutatum*, *C. filicinum*, *Pellia endiviifolia* y *Eurhynchium hians*. Un tercer grupo estaría constituido por localidades del curso principal en la parte media del río, con caudales elevados (mayores que 1,0 m^3 s en primavera) y pH 7.6 a 8.5. Forman parte de él las estaciones 50, 2, 59, 58, 7, 35 y 56, aunque aparecen incrustadas también 17 y 40, ambas calizas de escaso caudal. Como especies características destacamos *Bryum* spp., *Didymodon* spp., *Orthotrichum rivulare* y *O. cupulatum*.

Existen interconexiones entre los tres principales grupos descritos anteriormente, mediante afinidades rara vez superiores a 0,40. Algunas especies eurioicas ampliamente distribuidas son las responsables de este hecho: *Rhynchostegium riparioides*, *Bryum pseudotriquetrum*, *Brachythecium rivulare* (con la salvedad precisada en el catálogo), *Marchantia polymorpha*, *Hygrohypnum luridum*, *Chiloscyphus polyanthos*, etc. Las localidades caudalosas son más afines al grupo calizo que al ácido, pues muestran valores parecidos de

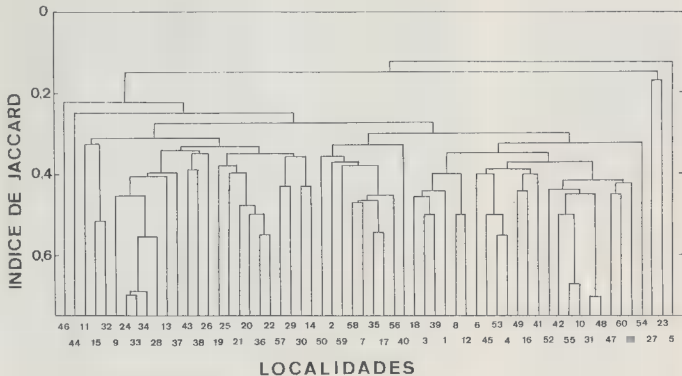


Fig. 7.- Dendrograma de las afinidades entre las localidades, según el índice de Jaccard.

pH y conductividad; *Cratoneuron filicinum* y *Cinclidotus fontinaloides* pueden servir de enlace entre ambos grupos.

El carácter cualitativo del índice de Jaccard representa una fuerte limitación para establecer el significado de los agrupamientos que define (Margalef 1983), pues no aprecia la cobertura de las especies, su vitalidad, etc., dentro de cada localidad. Es preciso, además, realizar un muestreo minucioso y homogéneo en todas las estaciones para evitar errores añadidos. Sin embargo, su utilización resulta muy cómoda, y el agrupamiento descrito coincide en general con el obtenido mediante un análisis de componentes principales de las variables físico-químicas de los arroyos (Martínez-Abaigar 1989).

TIPOS DE REPRODUCCION OBSERVADOS

De los 123 táxones del catálogo, 31 se recolectaron en alguna ocasión con esporófitos maduros, y 20 más presentaban otros signos de reproducción sexual (gametangios, hojas perigoniales o periqueciales, periantos). El 60% de estas 51 especies eran monoicas, y el 40% dioicas (Tabla 1). Sólo una hepática fue recolectada con esporófito desarrollado, quizá porque la "fructificación" en las hepáticas es más fugaz que en los musgos (Casares Gil 1919). De todas formas, es necesaria una investigación más profunda para dilucidar si los briófitos acuáticos desarrollan esporófitos con la misma frecuencia que los terrestres (Glime & Vitt 1984). Es preciso señalar que nuestras recolecciones eran más intensas en verano, lo cual ha favorecido el hallazgo de muestras con signos de reproducción sexual. De hecho, la producción de gametangios en los briófitos se estimula por los días largos y las temperaturas elevadas (Benson-Evans 1964).

Una parte de los musgos hidrófilos típicos poseen esporófitos adaptados a la vida terrestre, con pedicelos largos y peristomas funcionales; el desarrollo esporofítico se produce cuando tiene lugar la emersión, en el estiaje, y posteriormente los esporófitos son seccionados y arrastrados por la crecida de otoño. Este es el caso de *Hygrohypnum* spp., *Amblystegium riparium*, *Rhynchostegium riparioides* y *Racomitrium aciculare*. En otro grupo de especies hidrófilas, ambas generaciones poseen ciertos caracteres morfológicos que se interpretan como adaptaciones a la vida acuática. El esporófito presenta pedicelo muy corto, peristoma reducido, cápsula ovada u oblonga, etc., y el gametófito filidios biestratificados con márgenes recurvados o engrosados (*Cinclidotus fontinaloides*, *Schistidium rivulare*, *Orthotrichum rivulare*). En este caso el desarrollo esporofítico no coincide estrictamente con el periodo de bajo nivel de agua, sino que entonces maduran los gametangios y tiene lugar la fecundación (Glime 1984, Glime & Vitt 1984).

La reproducción asexual es muy frecuente y variada entre los briófitos (Schofield 1981). Hemos observado diversos tipos especializados de reproducción asexual en 19 especies del catálogo, principalmente higrófilas terrícolas (Tabla 2). Eran dioicas 17 de las 19, y en estos casos la reproducción vegetativa puede ser decisiva para el mantenimiento de la especie (During & Van Tooren 1987). Seguramente muchas más especies, entre ellas las hidrófilas, presentan métodos menos especializados, como por ejemplo la fragmentación.

El equilibrio entre las reproducciones sexual y asexual parece estar controlado por el fotoperiodo y la temperatura, y en el caso de los briófitos acuáticos también por la cantidad y variación del caudal (Proctor 1981, Glime 1984). De todas formas, una vez producidas las diásporas sexuales o asexuales,

ESPECIE	MONOICA-DIOICA	SIGNOS
Aneura pinguis	D	G
Cephalozia bicuspidata	M	P
Chiloscyphus polyanthos	M	G
Jungermannia gracillima	D	G
J. hyalina	D	G
J. leiantha	M	P
J. pumila	M	P
Marchantia polymorpha	D	G
Metzgeria conjugata	M	G
Pedinophyllum interruptum	M	G-P
Pellia endiviifolia	D	G
Plagiochila porelloides	D	P
Riccardia chamaedryfolia	M	G
R. multifida	M	G
Scapania compacta	M	E
S. nemorea	D	P
S. undulata	D	P
Amblystegium riparium	M	E
A. serpens	M	E
Bartramia hallerana	M	E
B. ithyphylla	M	E
Brachythecium velutinum	M	E
Bryum gemmiparum	D	G
B. intermedium	M	E
B. klinggraeffii	D	G
B. pseudotriquetrum	D	E
Cinclidotus fontinaloides	D	E
Cratoneuron commutatum	D	E
C. filicinum	D	E
Didymodon tophaceus	D	E
D. vinealis	D	E
Drepanocladus uncinatus	M	E
Eurhynchium pulchellum	D	E
E. speciosum	M	E
Fissidens rivularis	M	G
F. viridulus	M	E
Fontinalis antipyretica	D	G
Funaria hygrometrica	M	E
Hygrohypnum duriusculum	D	E
H. luridum	M	E
Orthotrichum affine	M	E
O. anomalum	M	E
O. cupulatum	M	E
O. rivulare	M	E
O. rupestre	M	E
Racomitrium aciculare	D	E
Rhynchostegiella teesdalei	M	E
Rhynchostegium riparioides	M	E
Schistidium agassizii	M	E
S. apocarpum	M	E
S. rivulare	M	E

Tabl. 1.- Signos de reproducción sexual observados en las especies recolectadas. G = Gametangios u hojas perigoniales o periqueciales. P = Periantos. E = Esporófito. M = Monoica. D = Dioica.

ESPECIE	R.A.	R.S.	M-D
Cephalozia bicuspidata	P	+	M
Diplophyllum albicans	P	-	D
Scapania aspera	P	-	D
S. undulata	P	+	D
Lunularia cruciata	Pc	-	D
Marchantia polymorpha	Pc	+	D
Pellia endiviifolia	T	+	D
Bryum argenteum	B	-	D
B. bicolor	B	-	D
B. gemmiparum	B	+	D
B. barnesii	B,Y	-	D
Pohlia proligera	B,Y	-	D
Bryum capillare	Y	-	D
B. intermedium	Y	+	M
B. klinggraeffii	Y	+	D
Bryum flaccidum	Yf	-	D
Dichodontium pellucidum	Pt	-	D
Didymodon rigidulus	Ya	-	D
Fissidens grandifrons	H	-	D

Tabl. 2.- Tipos especializados de reproducción asexual (R.A.) observados en las especies recolectadas. Se señala también si la especie es monoica (M) o dioica (D), así como la presencia de signos de reproducción sexual (R.S.). B = Bulbillos axilares. H = "Ramitas" sobre los caulidios ("Hijos"). P = Propágulos. Pc = Propágulos en conceptáculos. Pt = Propágulos en el caulidio. T = Talos dicotómicos. Y = Yemas rizoidales. Ya = Yemas en rizoides axilares. Yf = Yemas filamentosas.

entran habitualmente en la deriva del agua, y sólo difícilmente logran su establecimiento (Glime *et al.* 1979).

ANALISIS DE LA FRECUENCIA DE LAS ESPECIES

Al representar la frecuencia de las especies frente al número de especies que poseen cada frecuencia observada, se obtiene una curva de tipo hiperbólico (Fig. 8). Es decir, unas pocas especies se han encontrado en un alto número de localidades, mientras que muchas especies sólo han aparecido en una o dos. Esta distribución, repetidamente descrita en la ordenación de individuos en especies, y que también puede aplicarse a diversos aspectos del entorno social, representa el conjunto de relaciones interespecíficas dentro de un ecosistema (Margalef 1982). Un sistema complejo precisa una cierta cantidad de diversidad, que se autorregula internamente.

Este tipo de distribución puede asimismo relacionarse con la sintaxonomía de los briófitos acuáticos. Si situamos sobre la gráfica (Fig. 8) las especies características de las principales categorías sintaxonómicas de la vegetación briofítica hidrófila o higrófila, se observa que las características de categorías de rango elevado son más frecuentes que las de asociación. Así, *Rhynchostegium riparioides*, característica de Clase, tiene la máxima frecuencia por su carácter eurioico. Especies como *Scapania undulata*, *Racomitrium*

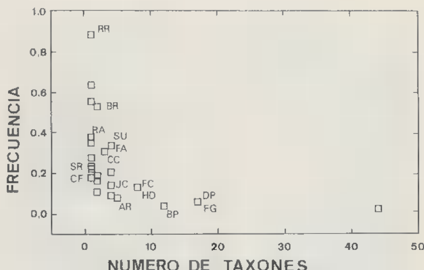


Fig. 8.- Distribución de frecuencias de las especies recolectadas. AR = *Amblystegium riparium*. BP = *Brachythecium plumosum*. BR = *Brachythecium rivulare*. CF = *Cinclidotus fontinaloides*. CC = *Cratoneuron commutatum*. DP = *Dichodontium pellucidum*. FC = *Fissidens crassipes*. FG = *Fissidens grandifrons*. FA = *Fontinalis antipyretica*. HD = *Hygrohypnum duriusculum*. JC = *Jungermannia cordifolia*. RA = *Racomitrium aciculare*. RR = *Rhynchostegium riparioides*. SU = *Scapania undulata*. SR = *Schistidium rivulare*.

aciculare, *Brachythecium rivulare*, *Fontinalis antipyretica* y *Cratoneuron commutatum*, que dan nombre a Alianzas, también tienen frecuencias altas. Algunas características de Orden (*Brachythecium plumosum*, *Amblystegium riparium* y quizá *Hygrohypnum duriusculum* según Gil & Guerra 1985), son sin embargo más raras. Por fin, las características de asociaciones son asimismo poco frecuentes, ya que reflejan condiciones ecológicas más estrictas y definen ambientes más puntuales. Algunas de estas especies son *Schistidium rivulare*, *Fissidens grandifrons*, *Dichodontium pellucidum*, *Jungermannia exsertifolia* subsp. *cordifolia*, etc.

Ciertas especies higrófilas calcícolas preferentes, pero presentes ocasionalmente sobre sustratos silíceos, alcanzan frecuencias altas (*Cratoneuron filicinum*, *Pellia endiviifolia*), así como otras indiferentes (*Thamnobryum alopecurum*, *Hygrohypnum luridum*) o higrohidrófilas (*Bryum pseudotriquetrum*, *Chiloscyphus polyanthos*). Las recolecciones efectuadas en protosuelos y taludes húmedos o rezumantes, pero no estrictamente acuáticos, justifican estas elevadas frecuencias.

ASPECTOS EVOLUTIVOS

El catálogo briofloristico puede utilizarse para realizar un acercamiento al modo de ocupación de los nichos ecológicos en el proceso evolutivo de los briófitos. Si representamos según el método de Willis (ver Garcia-Valdecasas 1987) el número de géneros con una especie, con dos, con tres, etc., de un determinado grupo biológico en una cierta área geográfica, se obtiene una curva de tipo hiperbólico (Fig. 9). Los 123 táxones de nuestro catálogo están incluidos en 62 géneros de 38 familias. Mientras que de casi 40 géneros hemos recolectado tan sólo una especie, son pocos los que muestran una diversificación considerable: *Bryum*, *Jungermannia*, *Fissidens*, *Scapania*, *Cratoneuron*, etc. La mayor parte de las especies recolectadas de estos géneros son higrófilas. A partir de estos datos, y a pesar de la interferencia de las especies higrófilas, parece evidente que los briófitos han colonizado el hábitat acuático en varias lineas independientes a partir de antepasados terrestres (Vitt & Glime 1984).

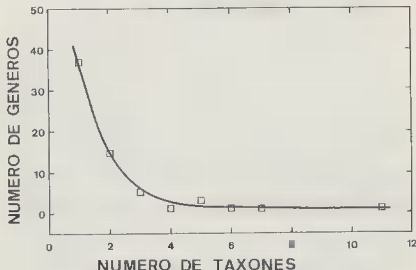


Fig. 9.- Número de géneros con 1, 2, 3, etc., especies o categorías taxonómicas infraespecíficas.

AGRADECIMIENTOS - A los Prof. H. Bischler, B. Bremer, V. Canalis, C. Casas, H. Crum, A. de Miguel, F. Demaret, J.A. Gil, J.P. Hébrard, I. Järvinen, R. Schumacker, A.J.E. Smith, J. Vána, E. Walsemann y E. Watson, por la amable revisión de muestras y sus aportaciones ecológicas y corológicas. Asimismo al Instituto de Estudios Riojanos, del cual fue becario JMA.

BIBLIOGRAFIA

ALLORGE P., 1947 - Essai de Bryogéographie de la Péninsule Ibérique. Paris: Lechevalier. 114 p., 15 fig., 8 pl. phot., 2 cartes.

BENSON-EVANS K., 1964 - Physiology of the reproduction of bryophytes. *Bryologist* 67: 431-445.

BREMER B., 1980 - A taxonomic revision of *Schistidium* (Grimmiaceae, Bryophyta) 1. *Lindbergia* 6: 1-16.

CASARES GIL A., 1919 - Flora Ibérica. Briófitas (1a. Parte). Hepáticas. Madrid: Mus. Nac. Ci. Nat. 775 p., 399 fig.

CASAS SICART C., 1981 - The Mosses of Spain. An annotated check-list. *Treb. Inst. Bot. Barcelona* 7: 1-57.

CORLEY M.F.V., CRUNDWELL A.C., DÜLL R., HILL M.O. & SMITH A.J.E., 1982 - Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J. Bryol.* "1981" 1982, 11: 609-689.

DÜLL R., 1983 - Distribution of the European and Macaronesian Liverworts (Hepaticophytina). *Bryol. Beitr.* 2: 1-115.

DÜLL R., 1984 - Distribution of the European and Macaronesian Mosses (Bryophytina). Part I. *Bryol. Beitr.* 4: 1-113.

DURING H.J. & VAN TOOREN B.F., 1987 - Recent developments in bryophyte population ecology. *Trends Ecol. Evol.* 2: 89-93.

FERNANDEZ GONZALEZ F., LOIDI J. & MOLINA A., 1986 - Contribución al estudio de los matorrales Aragoneses: los salviares Riojano-Estelleses. *Anales Jard. Bot. Madrid* 42: 451-459.

FUERTES E. & MENDIOLA M.A., 1984 - Hepáticas de La Rioja. *Anales Biol. Univ. Murcia (Secc. Esp.)* 2: 283-288.

GARCIA-VALDECASAS A., 1987 - Nota sobre la diversidad taxonómica de la Flora Ibérica. *Anales Jard. Bot. Madrid* 44: 176-177.

GIL J.A. & GUERRA J., 1985 - Estudio briosociológico de las Sierras de la Demanda y Urbión (España). *Cryptogamie, Bryol. Lichénol.* 6: 219-258.

GLIME J.M., NISSILA P.C., TRYNOSKI S.E. & FORNWALL M.D., 1979 - A model for attachment of aquatic bryophytes. *J. Bryol.* 10: 313-320.

GLIME J.M., 1984 - Physio-ecological factors relating to reproduction and phenology in *Fontinalis dalecarlica*. *Bryologist* 87: 17-23.

GLIME J.M., & VITT D.H., 1984 - The physiological adaptations of aquatic Musci. *Lindbergia* 10: 41-52.

GROLLE R., 1983 - Hepatics of Europe including the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *J. Bryol.* 12: 403-459.

JÄRVINEN I., 1983 - Taxonomy and distribution of the European taxa of the genus *Chiloscyphus* (Hepaticae, Geocalycaceae). *Ann. Bot. Fenn.* 20: 87-99.

LEE T.D. & LA ROI G.H., 1979 - Bryophyte and understory vascular plant beta-diversity in relation to moisture and elevation gradients. *Vegetatio* 40: 29-38.

LEGENDRE L. & LEGENDRE P., 1984 - Ecologie numérique, Tome 2. La structure des données écologiques. Paris: Masson. 302 p.

MARGALEF R., 1982 - Ecologia. Barcelona: Omega. 951 p., 530 fig., 173 tabl.

MARGALEF R., 1983 - Limnologia. Barcelona: Omega. 1010 p., 442 fig., 154 tabl.

MARTINEZ-ABAIGAR J., 1987 - Aproximación al catálogo de Musgos de La Rioja. *Actas IV Simp. Nac. Bot. Criptog.*: 527-536.

MARTINEZ-ABAIGAR J. & SANCHEZ-DIAZ M., 1988 - Ecofisiología de Briófitos Acuáticos. *En:* Inst. Est. Altoaragoneses e Inst. Pirenaico Ecol. (eds.), Volumen Homenaje a Pedro Montserrat. Jaca y Huesca. Pp. 955-963.

MARTINEZ-ABAIGAR J., 1989 - Briófitos acuáticos del rio Iregua (La Rioja). Estudio florístico, ecológico y ecofisiológico. Respuestas a la contaminación orgánica. Tesis Doctoral. Universidad de Navarra. 458 p., 35 tabl., 95 fig.

PROCTOR M.C.F., 1981 - Physiological ecology of Bryophytes. *Advances Bryol.* 1: 79-166.

RIVAS-MARTINEZ S., 1987 - Memoria del Mapa de Series de Vegetación de España. Madrid: Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación, Icona. 268 p.

SCHOFIELD W.B., 1981 - Ecological significance of morphological characters in the moss gametophyte. *Bryologist* 84: 149-165.

SMITH A.J.E., 1978 - The Moss Flora of Britain and Ireland. Cambridge: Cambridge University Press. 706 p., 333 fig.

VITT D.H. & GLIME J.M., 1984 - The structural adaptations of aquatic Musci. *Lindbergia* 10: 95-110.

WILCZEK R. & DEMARET F., 1976 - Les espèces belges du "complexe *Bryum bicolor*" (Musci). *Bull. Jard. Bot. Natl. Belgique* 46: 511-541.

TWELVE NEW LICHENS FOR PORTUGAL COLLECTED FROM THE SERRA DA ESTRELA

A. APTROOT*, W.O. van der KNAAP** and J. JANSEN***

*Centraalbureau voor Schimmelcultures, P.O. Box 273, NL-3740 AG Baarn, The Netherlands.
**Laboratory of Palaeobotany and Palynology, Heidelberglaan 2, NL-3584 CS Utrecht, The Netherlands.
*** Ubbergseweg 130c, NL-6522 KL Nijmegen, The Netherlands.

ABSTRACT - Twelve lichen species are reported for the first time from Portugal following phytosociological work in the Serra da Estrela.

The Serra da Estrela in the eastern part of Portugal (c. 8° 30' W, 40°30' N) comprises the most south-western granitic mountain range in Europe. The area lies at the meeting point of three climatic regions, the Atlantic region to the north, the Mediterranean region to the south, and the Continental region to the east. It is therefore interesting phytogeographically: many species can be expected to be at the limits of their distribution areas.

During floristic and ecological studies, mainly on phanerogams, carried out by the second and third authors, many lichen specimens were collected. All collections were made in the central region between 1400m and the summit at 1992m, most in heathland; other substrates like trees and granite are probably rich but remain largely unstudied.

The main phorophytes on which collections were made are *Calluna vulgaris*, *Cytisus purgans*, *Erica arborea*, *E. australis*, *E. umbellata*, *Genista florida*, *Halimium alyssoides*, *Juniperus communis* and *Sorbus aucuparia*. The collections are preserved in the private herbarium of A. Aptroot, with some duplicates in the 'Botanischer Garten und Museum' in Berlin, Germany. It is planned to continue later to carry out fieldwork in the area with some emphasis on lichens.

As the lichen flora of the mountains of Portugal is still incompletely known, additions to the flora were expected (e.g. van den Boom, Aptroot & van der Knaap 1990). According to the current knowledge, 12 species new to Portugal were found among the material. A total of 145 lichen species have been identified, including many species which are common and widespread in Europe, but also several species with Mediterranean distribution patterns. The latter include *Coelocaulon crespoae*, *Lasallia hispanica* and *Physconia venusta*. As expected, a high number of montane taxa are present, many of which reach the south-western limits of their distribution, e.g. *Brodoa intestiniformis*, *Bryonora castanea*, *Cetraria pinastri*, *Cornicularia normoerica*, *Melanelia panniformis*, *M. stygia*, *Parmeliopsis ambigua*, *P. hyperopta*, and *Pseudephebe pubescens*.

It is notable that many species that are usually terrestrial or even saxicolous, were found growing on heathland shrubs. These include many *Cladonia* species, *Coelocaulon aculeatum*, *Parmelia omphalodes* and *P. saxatilis*. The acidic soil in the heathlands is also rather rich in lichens, with many *Cladonia* species in more sheltered habitats and various crustose species on more exposed soils. The nomenclature follows Clauzade & Roux (1985), with the exception of *Bryonora castanea*, which is spelt according to the original description of *Bryonora* (Poelt 1983), and *Halecania viridescens*, which has been recently described by Coppins (1989).

Bryonora castanea (Hepp) Poelt - On mosses on acid soil, growing together with *Lepraria neglecta*, *Mycobilimbia berengeriana*, *Placynthiella icmalea*, *Pycnothelia papillaria* and *Trapeliopsis granulosa*. Throughout Europe. Montane. At its south-western limit in Portugal. The nearest known locality is in the Pyrénées.

Catillaria erysiboides (Nyl.) Th. Fr. - Several localities, on *Erica arborea* and *E. australis*, together with *Bryoria fuscescens*, *Buellia griseovirens*, *Lecanora symmicta*, *Lecidea nylanderi* etc. Montane.

Cladonia macrophylla (Schaerer) Stenh. - On soil in shrub vegetation, together with *Cetraria islandica*, *Cladonia coccifera*, *C. furcata* and *C. ramulosa*. An arctic-alpine species.

Coelocaulon crespoae Barreno & Vasquez - On soil on granitic outcrop E of Penhas da Saúde (alt. 1400m) together with *Cornicularia normoerica*, *Lasallia hispanica*, *Melanelia stygia* and *Pseudephebe pubescens*. Previously only known from Spain and Sardinia.

Halecania viridescens Coppins & P. James - Several localities, on *Erica australis*, together with *Coelocaulon aculeatum*, *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *Lecanora symmicta*, *Parmelia omphalodes* and *P. saxatilis*. This recently described species (Coppins 1989) has probably been overlooked, as recent records from Belgium, Luxemburg (Diederich 1989) and The Netherlands suggest.

Lecanora bicincta Ram. - On exposed granite at several localities, growing together with other *Lecanora* species and *Lecidea confluens*, *L. fuscoatra*, *L. lapicida* and *L. vorticosa*. Throughout Europe.

Melanelia sorediosa (Almb.) Essl. - Exposed granite on the very summit of the Serra da Estrela (alt. 1992 m), together with, e.g., *Brodoa intestiniformis*, *Melanelia panniformis* and *Protoparmelia badia*. Throughout Europe. Montane.

Mycobilimbia berengeriana (Massal.) Hafellner & V.Wirth - Several localities on soil, often together with *Cladonia cervicornis*, *C. coccifera*, *Placynthiella icmalea*, *Pycnothelia papillaria* and *Trapeliopsis granulosa*. Montane or even arctic-alpine.

Rhizocarpon simillimum Anzi - Granitic outcrop 1 km NE of Lagoa Comprida, together with *Pseudevernia furfuracea*, *Ramalina capitata*, *Xanthoria candelaria*, and others. Montane.

Scoliciosporum chlorococcum (Stenh.) Vězda - On *Cytisus purgans* and *Genista florida* at two localities, together with *Buellia erubescens*, *Candelariella reflexa*, *C. vitellina*, *Rinodina exigua*, and *R. sophodes*. Widespread and common throughout Europe.

Trapeliopsis aeneofusca (Floerke ex Flotow) Coppins & P. James - Several localities on *Erica arborea*, *Halimium alyssoides*, and *Juniperus communis*. Often fertile, growing together with *Cladonia chlorophaea*, *C. phyllophora*, *Hypogymnia tubulosa*, *Lecanora symmicta*, *Ochrolechia androgyna* and *O. szatalaensis*. Atlantic. Possibly overlooked.

Xanthoparmelia protomatrae (Gyelnik) Hale - On soil and epiphytic on *Halimium alyssoides*, together with *Evernia prunastri* and *Hypogymnia tubulosa*. Probably mainly Mediterranean-Atlantic, but often confused with other *Xanthoparmelia* species. This species is reported to be an obligate saxicolous taxon, but the epiphytic and terrestrial specimens reported here agree with other material from France, Italy, and The Netherlands.

ACKNOWLEDGEMENTS. - Dr. P. Diederich is warmly thanked for the identification of one of the specimens of *Halecania*. We also thank Dr. J.J.B. Birks for linguistic corrections.

REFERENCES

BOOM P.P.G. van den, APTROOT A. & KNAAP W.O. van der, 1990 - New and interesting lichen records from Portugal. *Nova Hedwigia* 50: 463-472.

CLAUZADE G. & ROUX C., 1985 - Likenoj de Okcidenta Europo. Ilustrita determinlibro. Royan: Société Botanique du Centre-Ouest. 893 p.

COPPINS B.J., 1989 - On some species of *Catillaria* s. lat. and *Halecania* in the British Isles. *Lichenologist* 21: 217-227.

DIEDERICH P., 1989 - Les lichens épiphytiques et leurs champignons lichénicoles (macrolichens exceptés) du Luxembourg. *Trav. Sci. Musée Natl. Hist. Nat. Luxembourg* 14: 1-268.

POELT J., 1983 - *Bryonora*, eine neue Gattung der Lecanoraceae. *Nova Hedwigia* 38: 73-111.

BIBLIOGRAPHIE BRYOLOGIQUE ET LICHÉNOLOGIQUE

D. LAMY

Laboratoire de Cryptogamie, 12 rue Buffon, F-75005 Paris

BRYOPHYTES

Nomenclature, Systématique

92-001 ASTHANA A.K. and SRIVASTAVA S.C. - Indian Hornworts (a taxonomic study). *Bryophytorum Bibliotheca* 1991, 42: 1-158, 49 pl., 1 carte (aut.: Bryol. Lab., Dept. Bot., Univ. Lucknow, Lucknow 226007 India; ed.: Gebr. Borntraeger Verlag., Johannesstr. 3A, D-7000 Stuttgart, ISBN 3-443-62014-0, prix: 120DM).

Révision taxonomique des *Anthoceros, Phaeoceros, Folioceros, Megaceros* et *Notothylas* présents en Inde, sur la base de la morphologie et de l'anatomie du gamétophyte et du sporophyte et de l'ultrastructure du sporophyte. Typification de certains taxons en tenant compte des différents caractères morphol. ou de sexualisation. Nombreux nouv. synonymes dans les genres *Anthoceros* et *Folioceros*. Le genre *Notothylas* est divisé en deux sous-genres: *Notothylas* (persistance de la columelle) et *Notothyloides* subgen. nov. (absence de la columelle). Clés, taxonomie, synonymie, descr., ill., distr. géogr., écologie, variations de chaque taxon: 9 esp. d'*Anthoceros*, 12 esp. de *Folioceros*, 8 esp. de *Notothylas*, 3 esp. de *Phaeoceros* et 1 esp. de *Megaceros*. Noter *Phaeoceros kashyapii* sp. nov. Bibliogr. de 10p. Il manque un index taxonomique.

92-002 CHANG T.Y. and KUO C.M. - Notes on the Bryophytes of Taiwan (1-36). *Taiwania* 1989, 34(1): 74-156, 44 pl., 1 tabl. (Herb., Dept. Bot., Natl. Taiwan Univ., Taipei, Taiwan R.O.C.).

Examen de 36 genres (11 genres, 25 esp. et 3 var. sont nouv. pour Taiwan). Clés, taxonom., descr., ill., distr. de chaque taxon. Noter *Distichophyllum pseudomalayense* sp. nov., *Rhaphidostichum stissophyllum* (Hampe) comb. nouv. (*Hypnum*), et *Fissidens crenulatus* var. *purrellii* (S. l.in) stat. nov. (= *Fissidens purrellii*).

92-003 KOPONEN A. - *Tayloria rubicaulis*, a new species of Splachnaceae (Musci) from the Venezuelan and Colombian Andes. *Ann. Bot. Fenn.* 1990, 27(1): 43-46, 20 fig. (Univ. Helsinki, Dept. Sylviculture, Unioninkatu 40B, SF-00170 Helsinki).

Diagn., descr., ill., aff. de *Tayloria rubicaulis* sp. nov. de l'Amérique du Sud.

92-004 NORRIS D.H. and KOPONEN T. - Bryophyte flora of the Huon Peninsula, Papua New Guinea. XXXIII. Leskeaceae and Fabroniaceae (Musci). Plus corrigenda and addenda to previous papers. *Ann. Bot. Fenn.* 1990, 27(1): 1-12, 3 fig. (Dept. Biol., Humboldt State Univ., Arcata, Ca 95521 USA).

Clé aux Leskeaceae, Fabroniaceae, Trachypodiaceae, Thuidiaceae et Meteoriaceae. Descr., ill. de *Pseudoleskeopsis zippelii, Lindbergia longinervis, Macgregorella indica* et *Fabronia curvirostris*. Suppl. pour les Thuidiaceae et les Meteoriaceae. Nomenclature. Index.

92-005 PIIPPO S. - Bryophyte flora of the Huon Peninsula, Papua New Guinea. XXXIV. Key to the genera of Western Melanesian Hepaticae and Anthocerotae. *Ann. Bot.*

Fenn. 1990, 27(1): 13-18 (Bot. Mus., Univ. Helsinki, Unioninkatu 44, SF-00170 Helsinki).

92-006 **ZAMORA P.G., ROS R.M. y GUERRA J. - Taxonomía numérica en *Targionia* L. (Hepaticae).** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 393-404, 8 fig., 2 tabl. (Dept. Biol. Veg. (Bot.), Fac. Biol., Univ. Murcia, E-30071 Murcia).

Etude de 48 populations de *Targionia* de la Péninsule ibérique, sur la base de 45 caractères morphol. et anatomiques. 2 taxons: *Targionia hypophylla* et *T. lorbeeriana*.

Voir aussi: 92-008, 92-009, 92-052, 92-107.

Morphologie, Anatomie

92-007 **BAKER R.G.E. and BOATMAN D.J. - The relationship between some morphological and chemical features of *Sphagnum cuspidatum* Ehr. and physical characteristics of the environment.** *New Phytol.* 1989, 113(4): 471-780, 4 fig., 4 tabl. (Dept. Appl. Biol., Univ. Hull, Hull HU6 7RX, UK).

La fréquence des innovations sur *Sphagnum cupsidatum* est déterminée dans 18 sites dans ou près de la réserve de Silver Flowe. Les capitules sont analysés pour le contenu en phosphore et en potassium.

92-008 **BARTHOLOMEW-BEGAN S.E. - A morphogenetic re-evaluation of *Haplomitrium* Nees (Hepatophyta).** *Bryophytorum Bibliotheca* 1991, 41: 1-297, 508 fig., 11 tabl. (aut.: Dept. Biol., Kutztown, Pennsylvania 19530, USA; ed.: Gebr. Borntaeger, Johannesstr. 3A, D-7000 Stuttgart 1, ISBN 3-443-62013-2, Prix 220DM).

Les processus ontogéniques responsables de l'aspect morphologique du genre *Haplomitrium* sont étudiés en utilisant des techniques de culture expérimentale, les variations de luminosité, la microscopie électronique. Les potentiels morphogénétiques sont examinés pour mieux appréhender les affinités infragénériques et les relations phylogénétiques avec les autres groupes de bryophytes, *Takakia* et les Trachéophytes. Sur les 13 esp. étudiées, 6 sont mises en synonymie; de même *Steereomitrium* est considéré comme syn. d'*Haplomitrium*. Le genre est divisé en 2 sous-genres: *Haplomitrium* (sect. *Haplomitrium* et *Archibryum*) et *Calobryum*. Noter *H. hookeri* var. *minutum* (E.O. Campb.) comb. et stat. nov. (= *Steereomitrium m.*). Le genre est un taxon très plastique et très plésiomorphe, probablement d'origine gondwannienne. Il semble avoir un ancêtre commun avec les Metzgériales, et doit donc être classé comme ordre dans la sous-classe des Metzgeriidae. Bibliogr. de 27p. Index absent.

92-009 **HÄSSEL DE MENENDEZ G.G. - Las especies de *Phaeoceros* (Anthocerotophyta) de América del Norte, Sud y Central; la ornamentación de sus esporas y taxonomía.** *Candollea* 1989, 44(2): 715-739, 10 pl. (Mus. Arg. Ci. Nat. 'Bernardino Rivadavia', Avda Angel Gallardo 470, 1405 Buenos Aires, Argentina).

Descr., ill. des spores de 19 *Phaeoceros* américains. Diagn. de *P. austroandinus* sp. nov. Clé basée sur les caractères sporaux. Liste des synonymes. Notes taxonomiques.

92-010 **HERGUIDO P. y RON M.E. - Contribución al estudio de la espora de *Brachythecium velutinum* (Hedw.) B., S. & G.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 413-420, 3 fig. (Dept. Biol. veg. I, Fac. Biol., Univ. Complutense, E-28040 Madrid).

Vitalité, morphol. et taille, germination, nombre par capsule, longévité des spores de *Brachythecium velutinum*.

92-011 **WALKER L.M., SACK F.D. - Amyloplasts as possible statoliths in granitropic protonemata of the moss *Ceratodon purpureus*.** *Planta* 1990, 181(1): 71-77, 11 fig. (Dept. Bot., Ohio State Univ., 1735 Neil Avenue, Colombus OH 43210-1293, USA).

Confirmation de l'hypothèse que certains amyloplastes fonctionnent comme des statolithes dans les cellules du protonéma.

Voir aussi: 92-001, 92-002, 92-003, 92-004, 92-006, 92-033, 92-052, 92-055, 92-107.

Cytologie, Ultrastructure

92-012 **KUTA E. and OCHYRA R. - Chromosomes studies on Polish bryophytes IV.** *Acta Biol. Cracov. Ser. Bot.* 1989, 30: 99-118, 26 fig. (Dept. Pl. Cytol. & Embryol., Jagellon. Univ., Grodzka 52, PL-31044 Krakow).
Nombre chromosom. de 8 hépatiques et 17 mousses polonaises. 1° comptage pour *Lophozia wenzelii* (=9), *Grimmia hartmannii* (n=13) et *Cirriphyllum tenuinerve* (n=10 et n=11).

Voir aussi: 92-008.

Physiologie, Chimie

92-013 **BREUER K., MELZER A. - Heavy metal accumulation (lead and cadmium) and ion exchange in three species of Sphagnaceae I. Main principles of heavy metal accumulation in Sphagnaceae. - II. Chemical equilibrium of ion exchange and the selectivity of single ions.** *Oecologia* 1990, 82(4): 461-467, 6 fig.; 468-473, 7 fig. (Limnol. Stat., D-8127 Iffeldorf).
Processus de l'accumulaton des ions métalliques lourds (plomb et cadmium), dépendence du pH. Suivi des relations d'échange d'ions dans 4 combinaisons: Pb/Ca, Cd/Ca, Pb/K, Cd/K.

92-014 **RON M.E., VELASCO A., PÉREZ-ALONSO M.J. y CEREZO J. - Sobre la presencia de flavonoides en algunas especies de Musgos.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 421-426, 1 tabl. (Dept. Biol. Veg. I, Fac. Biol., Univ. Complutense, E-28040 Madrid).
Flavonoïdes présents chez *Dicranum scoparium, Racomitrium lanuginosum, R. aciculare, R. heterostichum, Calliergonella cuspidata* récoltés en Espagne. Présence confirmée de diflavones chez *R. lanuginosum*.

92-015 **TAKIO S. - Nitrate reductase inactivator in a chlorate resistant mutant of the liverwort *Marchantia diptera* var. *diptera*.** *J. Pl. Physiol.* 1990, 136(1): 30-34, 2 tabl. (Bot. Inst., Fac. Sci., Hiroshima Univ., Hiagshisenda-machi, Naka-ku, Hiroshima 730 Japan).

Voir aussi: 92-007, 92-031, 92-036, 92-048, 92-107.

Répartition, Écologie, Sociologie

92-016 **ARTS T. - *Bryoerythrophyllum ferruginascens* (Sirt.) Giac. (Pottiaceae, Bryales) nieuw voor de Belgische en Zwitserse mosflora.** *Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique* "1989" 1990, 122(2): 151-156, 2 fig. (Kerklei 87, B-2128 St.-Jobin't Goor).

92-017 **CAILLET M. - Bryophytes et champignons du bois de la Chaille.** *In*. Gomot L. et al., Un espace privilégié d'observation de la nature: "La Chaille" de Pouilley-les-Vignes (25). *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs* 1986-1987, 83: 91-92 (Soc. Hist. Nat. Doubs, Inst. Sci. Nat., place Leclerc, F-25030 Besançon Cedex).

92-018 **CASANOVAS L. - Los esfagnos de las comunidades de la clase *Scheuchzerio-caricetea nigrae* en los Pirineos.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 445-455, 4 fig. (Dept. Biol. veg., Fac. Biol., Univ. Barcelona, Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona).
Analyse des sphaignes de chaque communauté, recherche de leur préférence pour les différentes associations, et caractérisations écologiques (pH, contenu en ions) de ces associations.

92-019 **CASAS C. - New Checklist of Spanish mosses.** *Orsis* 1990, 6: 3-26 (Bot., Fac. Ci., Univ. Autònoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra).
Liste alphabétiques des bryophytes récoltés en Espagne avec notes bibliogr. et /ou taxonom. 50 nouveautés par rapport à la liste publiée il y a dix ans.

92-020 **CLEMENT B. et TOUFFET J. - Plant strategies and secondary succession on Brittany heathlands after severe fire.** *J. Vegetation Sci.* 1990, 1(2): 195-202, 1

tabl., 2 fig. (Lab. Ecol. vég., Univ. Rennes, Campus Beaulieu, F-35042 Rennes Cedex).

Suivi du développement des communautés de plantes dans les landes de Bretagne après le feu de 1972: 3 modes de succession, dépendant de la disponibilité en eau et en nutriments. Le recouvrement de la lande est souvent retardé à cause de dominances monospécifiques: *Polytrichum commune*, *Molinia caerulea*, *Betula pubescens*.

92-021 **CORTINI-PEDROTTI C. - Le associazioni di briofite epifite del Leccio (*Quercus ilex*) in Umbria.** *Braun-Blanquetia* 1988, 2: 2309-247, 5 tabl., 1 fig. (Dipto. Bot. Ecol., Università, Camerino, Italia).

Descr. des 3 association épiphytes du *Quercus ilex* en Ombrie. Le *Neckero complanatae-Eurhynchietum striatuli* est décrit comme ass. nouv.

92-022 **DE MIGUEL A. y EDERRA A. - Aportaciones a la brioflora española. Algunas especies interesantes de Navarra (España).** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 477-479 (Dept. Bot., Fac. Ci., Univ. Navarra, E-31008 Pamplona (Navarra)).

11 taxons nouv. pour la Navarre.

92-023 **DREHWALD U. - Pflanzensoziologische Untersuchungen an Fliessgewässer-Gesellschaften in NO-Argentinien.** *Tuexenia* 1990, 10: 147-151, 2 tabl.

Descr. de 4 communautés le long des courants et des petites rivières d'Argentine NE: *Sematophylletum riparioidis* ass. nov., *Podostemetum undulati* ass. nov., *Fissidentetum oediloma*e ass. nov., et la communauté à *Fissidens completus*. Noter *Sematophyllum riparioides* et *Fissidens oediloma* nouv. pour l'Argentine.

92-024 **DUDA J., VÁŇA J. - Rozšíření játrovek v Československu - LVII.** *Čas. Slezsk. Muz. Vedy Prir. Ser. A* 1990, 39(1): 23-37, 2 cartes.

Distr. en Tchécoslovaquie de *Oxymitra paleacea* et *Lophozia incisa*.

92-025 **GEISSLER P. - Brioecologia y briogeografía. Enfoque y aplicación.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 353-358, 1 fig. (Conserv. & Jard. Bot., CP 60, CH-1292 Chambésy/GE).

92-026 **GILLET G. et BIDAULT M. - Etude phytosociologique de "La Chaille".** *In:* Gomot L. et al., Un espace privilégié d'observation de la nature: "La Chaille" de Pouilley-les-Vignes (25). *Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs* 1986-1987, 83: 75-89, fig. 5, tabl. 6-13 (Lab. taxonom. exp. & Phytosociol., Univ. Franche-Comté, 16 route de Gray, F-25030 Besançon Cedex).

92-027 **GONZÁLEZ J.M., LOSADA A. y MARTIN J.L. - Flora briofítica de las cavidades volcanicas de las islas Canarias : el boyo de la sima (La Palma).** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 433-436, 1 fig. (Dept. Biol. veg., Univ. La Laguna, 38271 Tenerife (Islas Canarias).

92-028 **GONZÁLEZ J.M., SÁNCHEZ L., BELTRAN E. y LOSADA A. - Contribución al estudio floristico de las Coladas históricas de las islas Canarias I. Chinyero (Tenerife).** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 437-444, 1 tabl., 1 fig. (Ibidem).

92-029 **KONSTANTINOVA N.A. - Die Lebermoos-Flora der Lovsee-Berge (Lovorerskie Gory).** *Feddes Repert.* 1990, 101(5-6): 311-313 (Akad. Wiss. UdSSR, Kola-Filiale, Polar-alpiner Bot. Gart. & Bot. Inst., 184230 Kirowsk 6, Reg. Murmansk, UdSSR).

92-030 **LARA F. y MAZIMPAKA V. - Contribución al conocimiento de la flora briológica de la ciudad de Segovia.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 481-485 (Dept. Biol., Fac. Ci., Univ. Autonoma, E-28049 Madrid).

Liste de 43 bryophytes avec loc. dont 35 nouv. pour la province de Segovie.

92-031 **LINDHOLM T. - Growth dynamics of the peat moss *Sphagnum fuscum* on hummocks on a raised bog in southern Finland.** *Ann. Bot. Fenn.* 1990, 27(1): 67-78, 3 tabl., 7 fig. (Water and Environm. Res. office (Nature Conserv.), Water & Envir. Res. Inst., P.O. Box 250, SF-00101 Helsinki).

La petite taille et la haute densité des pieds de *Sphagnum fuscum* lui donnent la supériorité pour capter l'eau capillaire; cette espèce est capable de continuer sa croissance même si le niveau de l'eau de la tourbière est très bas.

92-032 LLORET F. - **Briófitos del alto valle del Ter.** *Orsis* 1989, 4: 11-45, 1 fig. (Lab. Bot., Fac. Ci., Univ. Autónoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra (Barcelona)).
Catalogue de 297 mousses et 85 hépatiques de la Haute vallée du Ter (Pyrénées E, Girona, Espagne) avec loc.

92-033 LLORET F. - **Estrategias de vida en briófitos. Ensayo de su estudio en briofloras locales.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 359-369, 5 fig. (Ibidem).
Cycles de vie et implications écologiques. Spectre de stratégies de vie en Espagne et notamment dans les communautés bryophyt. des Pyrénées E. Relation entre fréquence des différentes stratégies et facteurs de l'environnement.

92-034 LLORET F. - **Colonización de excrementos de bóvido por *Tayloria tenuis* (With.) Schimp.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 469-476, 1 fig. (Ibidem).
Les insectes diptères sont attirés par les sporophytes de *Tayloria tenuis*.

92-035 LONG D.G. - **The bryophytes of Achill Island - Hepaticae.** *Glasra* n.s., 1990, 1: 47-64, 1 fig. (Roy. Bot. Gard., Edinburgh EH3 5LR, UK).
Liste de 158 hépatiques avec loc. et écol. d'Achill Is.

92-036 MALLOCH A.J.C. - **Plant communities of the British sand dunes.** *Proc. Roy. Soc. Endinburgh, B* "1989" 1990, 96: 53-74, 12 tabl., 1 fig. (Inst. Environm. & Biol. Sci., Univ. Lancaster, Lancaster LA1 4YQ, UK).
Descr. de 13 communautés de plantes se développant sur les dunes britanniques: composition, variabilité, relations écol. et distr. Influence du statut du calcium de la dune et de la localisation géogr. de celle-ci. Bryophytes associés.

92-037 MAMATKULOV U.K. - **Ökologische und phytogeographische Besonderheiten der Moosflora Mittelasiens.** *Feddes Repert.* 1990, 101(5-6): 315-317 (Akad. Wiss. Tadshik. SSR, Inst. Bot., ul. Karamova 27, 734017 Durchanbe, UdSSR).
Ecol. et phytogéogr. des genres et taxons endémiques de la bryoflore du Moyen Orient.

92-038 MANAKYAN V.A. - **Mosses of Armenian forest.** *Feddes Repert.* 1990, 101(5-6): 305-309, 1 fig., 2 tabl. (Acad. Sci. Armenian SSR, Inst. Bot., 375063 Yerevan 63, UdSSR).
Caractéristiques de la bryoflore des forêts arméniennes. Espèces rares et intéressantes.

92-039 MOHAN Gh. - ***Splachnum luteum* Montin - specie noue pentau brioflora României.** *Analele Univ. Bucuresti Biol.* 1989, 38: 86-90, 5 fig., en roumain, rés. angl.
Descr. de *Splachnum luteum*, espèce coprophile, récoltée dans les Monts Tibles.

92-040 OCHYRA R. and VÁŇA J. - **The hepatics of King George Island, South Shetland Islands, Antarctica, with particular reference to the Admiralty Bay region.** *Pol. Polar Res.* 1989, 10(2): 183-210, 7 fig. (Dept. Bryol., Inst. Bot., Pol. Acad. Sci., Lubicz 46, PL-31512 Krakow).
Descr. géophys. et végét. de King George Island. Clé aux 11 esp.; hab. et distr. de chaque taxon. *Hygrolembidium ventrosum* et *Scapania obcordata* nouv. pour l'Antarctique.

92-041 OCHYRA R. and VÁŇA J. - **The hepatics reported from the Antarctic and an outline of their phytogeography.** *Pol. Polar Res.* 1990, 10(2): 210-229, 1 fig. (Ibidem).
Historique des récoltes en Antarctique. Liste de 22 hépatiques, phytogéogr.

92-042 PUCHE F. - **El género *Seligeria* B.S.G. (Musci) en la Peninsula ibérica.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 405-412, 2 fig. (Dept. Biol. veg., Univ. Valencia, Doctor Moliner 50, E-46071 Burjasot, Valencia).
Seligeria dans la Péninsule ibérique; clé; *S. alpestris* nouv. pour la Péninsule.

92-043 **SCHUMACKER R., BISANG I., CORTINI-PEDROTTI C. - *Amblystegium compactum* (C. Muell.) Aust. (Musci) in Italy.** *Giorn. Bot. Ital.* 1988, 122: 25-29, 1 fig. (Station Sci. Hautes Fagnes, Mont-Rigi, B-4898 Waimes).
Ecol., origine, distr. en Italie, d' *Amblystegium compactum*.

92-044 **SCHUMACKER R., CORTINI-PEDROTTI C., HÜBSCHMANN A. von, DÜLL R. et SCHWAB G. - *Scopelophila ligulata* (Spruce) Spruce (Pottiaceae, Bryophytina), nouveau pour l'Italie.** *Webbia* 1989, 43(1): 139-144, 1 fig., 1 tabl. (Ibidem).
Composition chimique du substrat, distr. et écol. de *Scopelophila ligulata*.

92-045 **SERGIO C. - Perspectiva biogeográfica da flora briológica ibérica.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 371-392, 17 fig. (Museu, Lab. & Jard. Bot., Fac. Ci., P-1294 Lisboa Codex).
Etat de la connaissance actuelle de la bryoflore portugaise. Essai d'interprétation de quelques modes de distr. à la lumière de la phytogéogr. Origine de la bryoflore du Portugal.

92-046 **SERGIO C., SIM-SIM M. y SANTOS-SILVA C. - Briófitos epifíticos como indicadores dos domínios bioclimáticos em Portugal.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 457-467, 5 fig. (Ibidem).
Analyse multivariable, index bioclimatique d'Emberger et Gaussen, Index de Gaussen, appliqués à 76 relevés d'épiphytes sur *Olea europaea*.

92-047 **SMITH A.J.E. - The bryophytes of Achill Island - Musci.** *Glasra* n.s., 1990, 1: 27-46 (School Biol. Sci., Univ. College North Wales, Bangor, Gwynedd LL57 2UW, UK).
Liste avec loc. et écol. de 246 mousses d'Achill Is.

92-048 **SORIA A. y RON M.E. - Datos para el conocimiento de la flora briológica urbana de la ciudad de Logroño.** *Anales Jard. Bot. Madrid* "1989" 1990, 46(2): 427-432 (Dept. Biol. veg. I, Fac. Biol., Univ. Complutense, E-28040 Madrid).
Ecol. et toxisensibilité comparée de 9 esp. nouv. pour la région de Logroño.

92-049 **SYNNOTT D.M. and ROBINSON D.W. - The moss *Trichostomopsis umbrosa* (C. Mueller) H. Robinson in Ireland.** *Glasra* n.s., 1990, 1: 15-19, 1 fig. (Natl. Bot. Gard., Glasnevin, Dublin 9, Ireland).

92-050 **SYNNOTT D.M. - The bryophytes of Achill Island - a preliminary note.** *Glasra* n.s., 1990, 1: 21-26, 2 fig. (Ibidem).

92-051 **SYNNOTT D.M. - The Bryophytes of Lambay Island.** *Glasra* n.s., 1990, 1: 65-81, 5 fig. (Ibidem).
Topogr., comparaison entre la végétation de 1905-1906 et celle de 1988. Catalogue des bryophytes avec loc. et écol.

92-052 **TIXIER P. - Bryophyta exotica - 8. Récoltes de J.F. Brunel au Togo (1983-1985).** *Candollea* 1989, 44(2): 493-511, 2 fig. (Lab. Cryptogamie, 12 rue Buffon, F-75005 Paris).
Liste de 69 mousses et 22 hépatiques avec loc. récoltées au Togo. Diagn. de *Rhynchostegiella brunelii* sp. nov.

92-053 **VITTADINI ZORZOLI M. - Le briofite delle Serre di Scopoli e della Serra Tomaselli dell'Orto Botanico dell'Università di Pavia.** *Atti Ist. Bot. & Lab. Critt. Pavia* ser. 7, "1988"1989, 7: 201-207, 5 tabl.
32 mousses et 3 hépatiques récoltées dans les serres du Jard. bot. de Pavie. Ecol., chorol., phénol.

92-054 **WATTEZ J.R. et WERNER J. - Présence et écologie de *Lophozia badensis* et de *L. turbinata* dans le nord de la France.** *Dumortiera* 1991, 48: 4-13, 1 tabl., 1 fig. (Fac. Pharmacie, place Dewailly 3, F-8000 Amiens).

92-055 **WERNER J. - About *Weissia squarrosa* (Nees & Hornsch.) C. Müll. new to the Bryophyte flora of Luxembourg and some other new or rare bryophytes of Luxembourg.** *Mém. Soc. Roy. Bot. Belgique* 1990, 12: 37-44, 1 fig. (32 rue Michel Rodange, L-7248 Bereldange).

Descr., distr., écol. de *Weissia squarrosa* nouv. pour le Luxembourg. Liste de 11 autres taxons nouv. pour le pays.

92-056 **WERNER J. und HANS F. - Bemerkenswerte Moose aus der Kleinen Luxemburger Schweiz.** *Bull. Soc. Naturalistes Luxemb.* 1990, 90: 137-142 (Ibidem).

92-057 **WERNER J. - Observations bryologiques au Grand-Duché de Luxembourg. 6° série: 1989.** *Bull. Soc. Naturalistes Luxemb.* 1990, 60: 131-136, 2 cartes (Ibidem).

Andreaea rupestris, Coscinodon cribosus, Sphagnum subsecundum nouv. pour le Grand-Duché. Liste des autres récoltes avec loc.

92-058 **WERNER J. - Contribution à la flore bryologique des Vosges et de l'Alsace.** *Soc. Hist. Nat. Pays Montbéliard Bull.* 1990: 87-92 (Ibidem).

Liste avec loc. *Hylocomium pyrenaicum* nouv. pour les Vosges.

92-059 **WERNER J. et HANS F. - *Physcomitrium sphaericum* (Hedw.) Brid. et *Dicranum nudum* (Dicks.) Brid. (Musci) au G.D. du Luxembourg. Aspects floristiques sociologiques.** *Dumortiera* 1991, 47: 22-26, 1 tabl., 1 fig. (Ibidem).

Voir aussi: 92-001, 92-002, 92-003, 92-004, 92-005, 92-008, 92-009, 92-077, 92-083, 92-094, 92-101, 92-107.

Pollution

92-060 **ARTS G.H.P. - Aquatic bryophytes as indicators of water quality in shallow pools and lakes in The Netherlands.** *Ann. Bot. Fenn.* 1990, 27(1): 19-32, 4 fig., 6 tabl. (Lab. Aquat. Ecol., Catholic Univ., Toernooiveld, NL-6525 ED Nijmegen).

Analyse physicochimique, caractères morphogénétiques et hydrologie des eaux de 69 mares et lacs des Pays-Bas. La classification des sites révèle des différences dans la végétation bryophyt., en liaison avec la qualité des eaux. Implications pour l'étude de la croissance de *Sphagnum*. Les bryophytes se trouvent être de bons indicateurs de la qualité des eaux, spécialement dans les systèmes pauvres en plantes vasculaires, telles les eaux acidifiées.

Voir aussi: 92-013, 92-107.

Herbiers

92-061 **MIREK Z. - Polish herbaria.** *Polish Bot. Stud., Guide Book Ser.*, 1990, 2: 1-73, 2 fig. (Inst. Bot., Polish Acad. Sci., Lubicz 46, PL-31512 Kraków).

Inventaire des herbiers de 54 instituts et 9 établissements privés. Index des personnes et index des collections importantes. Les bryophytes et lichens tiennent une large place dans ce document.

92-062 **RAMSAY H.P., WILSON P.G. and GOODWIN T. - Register of type mosses in Australian herbaria. General introduction and part 1. Special collections at NSW: Lord Howe Island, Vanuatu (New Hebrides).** *Telopea* 1990, 3(4): 571-592.

Les collections de Lord Howe Is. et de Vanuatu ont été nommées par Brotherus et Watts. Pour chaque taxon: basynonyme, réf., données de l'étiquette, type, localisation de l'holo- ou du lectotype.

LICHENS

Systématique, Nomenclature

92-063 **APTROOT A. - Tropical pyrenocarpous lichens. A phylogenetic approach.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 253-273 (Centraalbureau v. Schimmelcultures, P.O. Box 273, NL-3740 AG Baarn).

L'analyse cladistique des lichens pyrénocarpes tropicaux permet de formuler des hypothèses concernant les transformations, et les relations des caractères dans ce groupe. Elle met en évidence des groupes monophylétiques. Clé aux genres étudiés.

92-064 KÄRNEFELT I. - Evolutionary rates in the Teloschistaceae. *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 105-121, 31 fig. (Dept. Syst. Bot., Univ. Lund, östra Valgatan 18-20, S-22361 Lund).

Bien que les Teloschistaceae soient reconnues comme une unité assez naturelle parmi les Ascomycètes lichénisés, cette famille comporte des assemblages de genres non naturels, et des difficultés dans la délimitation des espèces des genres persistent. Ces problèmes, liés en particulier à la spéciation géogr. graduée, sont exposés à l'aide d'exemple: *Xanthoria*, *Teloschistes* et *Caloplaca* en Afrique. Présentation de deux cladogrammes mettant en évidence les affinités présumées non naturelles parmi les genres acceptés dans la famille.

92-065 MORENO P.P. & EGEA J.M. - Biologia y taxonomia de la familia Lichinaceae, con especial referencia ■ las especies del S.E. Español y Norte de Africa. Murcia: Universidad de Murcia, 1991, 87 p., 19 fig., 4 tabl. (Colección blanca 19, ISBN 84-7684-245-7, Secratariado de Publicaciones, Murcia, España).

Historique et position systématique de la famille des Lichinaceae. Caractères morphol. et anatomique de la famille, leur valeur taxonomique; phylogénie, écol. et phytosociol. Cet opuscule devrait faciliter l'accès à cette famille dont les membres sont des lichens gélatineux souvent difficiles à identifier.

Voir aussi: 92-066, 92-067, 92-080, 92-081, 92-082, 92-086, 92-089, 92-107.

Morphologie, Anatomie

92-066 ELIX J.A. - The lichen genus *Relicina* in Australasia. *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press. Pp. 17-34, 4 fig., 6 tabl. (Chem. Dept., The Faculties, Australian Natl. Univ., GPO Box 4, Canberra, ACT 2601 Australia).

Tendances évolutives morphol. et chim. dans le genre *Relicina*. La chimie joue un rôle important au niveau spécifique et dans la définition de la direction de l'évolution du genre. Les flores de *Relicina* sont discontinues en Australasie et en Indonésie. Habitat et problèmes de conservation.

92-067 WEDIN M. - Spore ontogeny of *Sphaerophorus diplotus* and *S. fragilis*. *In:* Galloway D.J., Tropical lichens; their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 245-251, 2 fig. (Dept. Syst. Bot., Uppsala Univ., P. Box 541, S-75121 Uppsala).

L'ontogénie sporale de *Sphaerophorus diplotus* et de *S. fragilis* est en accord avec celle des autres esp. de *Sphaerophorus*. Implications taxonomiques.

Voir aussi: 92-061, 92-065, 92-072, 92-087, 92-100, 92-107.

Ultrastructure

92-068 STUCKER S.C., MATTHEWS S.W. and CHAPMAN R.L. - Ultrastructure of subtropical crustose lichens. *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 171-191, 10 fig. (Dept. Bot., Louisiana State Univ., Baton Rouge Louisiana 70803-1705, USA).

Profondeur de pénétration lichénique dans l'arbre hôte, type haustorial, distr. et écol. des photobiotes, spécificité du photobiote de 13 lichens crustacés à photobiotes trentepohliacées.

Physiologie, Chimie

92-069 **BACHELOR F.W., KING G.G. and RICHARDSON J. - Phlebic acids C and D, lichen acids from *Peltigera aphthosa*.** *Phytochemistry* 1990, 29(2): 601-604, 1 fig. (Dept. Chem., Univ. Calgary, Calgary, Alberta T2N 1N4, Canada).

92-070 **HAMADA N. and UENO T. - Lecanoric acid from the mycobiont of the lichen *Stereocaulon curtatum*.** *Phytochemistry* 1990, 29(2): 678-679 (Osaka City Inst. Public Health & Environm. Sci., 8-34 Tojo-cho, Tennoji-ku, Osaka 543, Japan).

92-071 **MANRIQUE E., REDONDO F.L., SERIÑA E. & IZCO I. - Estimation of chlorophyll degradation into phaeophytin in *Anaptychia ciliaris* as a method to detect air pollution.** *Lazaroa* 1989, 11: 141-148, 1 carte, 4 tabl. (Dept. Biol. veg. II, Fac. Farm., Univ. Complutense, E-28040 Madrid).

92-072 **SANCHO L.G., KAPPEN L. - Photosynthesis and water relations and the role of anatomy in Umbilicariaceae (Lichenes) from Central Spain.** *Oecologia* 1989, 81(4): 473-480, 2 tabl., 7 fig. (Dept. Biol. Veg. II, Fac. Farm., Univ. Complutense, E-28040 Madrid).

Il apparaît qu'aucune adaptation n'est liée aux particularités du climat méditerranéen.

92-073 **VINCENT J.P. - Ecologie des principales fonctions de *Peltigera canina* (L.) Willd. b - la respiration.** *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 1989, 125: 39-45, 4 tabl., 5 fig. (Lab. Ecol. vég., Univ. Paul Sabatier, 39 allées Jules Guesde, F-31061 Toulouse Cedex).

Voir aussi: 92-066, 92-102, 92-107.

Répartition, Ecologie, Sociologie

92-074 **ARVIDSSON L. - Lichenological studies in Ecuador.** *In* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 124-134, 4 fig., 4 tabl. (Naturhist. Mus., P.O. Box 7283, S-40235 Göteborg).

Les études sur l'habitat des lichens en Equateur sont insuffisantes et sont à poursuivre.

92-075 **BOISSIERE J.C. - Les lichens saxicoles et terricoles de la Forêt de Fontainebleau.** *Bull. Soc. Bot. France* 1990, 137, *Actual. Bot.* (2-3): 175-195, 1 tabl., 2 pl. (Lab. biol. vég., Univ. Paris VI, Route de la Tour Dénécourt, F-77300 Fontainebleau).

Catalogue de 252 lichens avec notes synécol. 12 ass. saxicoles ont été observées. Les pratiques forestières, la fréquentation excessive de l'homme sont des menaces pour cette lichénoflore.

92-076 **BOQUERAS M., NAVARRO-ROSINES P. i GÓMEZ-BOLEA A. - Flora i vegetacio liquenica nitrofila del Delta de l'Ebre.** *Butll. Inst. Catal. Hist. Nat., Sec. Bot.* 1989, 57(7): 41-52, 1 fig., 2 tabl. (Dept. Biol. veg., Fac. Biol., Univ. Barcelona, Av. Diagonal 645, E-08028 Barcelona).

Catalogue des lichens et des champignons lichénicoles du delta de l'Ebre. Nouveautés pour la flore catalane. L'influence de l'homme et l'intense exploitation agricole font considérer cette flore comme nettement nitrophile.

92-077 **CHEVENNEMENT R. - La colonisation végétale d'un champ de lave de la Réunion.** *Compt. Rend. Soc. Biogéogr.* 1990, 66(2): 47-63, 4 fig., 2 tabl. (8 rue Charles Péguy, F-71000 Châlon-sur-Saône).

Les esp. pionnières semblent principalement anémochores. Les plantes cryptogames et vasculaires ne s'installent pas sur le même milieu; les premières ne contribuent donc pas à rendre le sol favorable aux secondes. Etude des successions selon le modèle de tolérance de Connell et Slatyer. Problème des plantes introduites. *Polytrichum subformosum* et *Stereocaulon vulcani* cités.

92-078 **CLERC P. - Quelques lichens récoltés sur les grès sidérolithiques du Salève (France, Haute-Savoie).** *Arch. Sci. Genève* 1988, 41(1): 115-123, 3 fig. (Conserv. et Jard. Bot., CP 60, CH-1292 Chambésy GE).

92-079 EGEA J.M. - **Las comunidades liquénicas saxícolas, ombrófobas, litorales, del suroeste de Europa y Norte de Africa (*Roccelletea phycopsis* classis prov.).** *Stud. Geobot.* 1989, 9: 73-152, 12 tabl., 20 fig., 2 appendices (Univ. Murcia, Depto. Biol. veg. (Bot.), Murcia, España).

L'approche phytosociol. permet de décrire 6 ass. et 2 commun. lichéniques saxicoles, ombrophobes, des côtes de l'Europe du SW et d'Afrique du Nord. Ecol., distr., et composition floristique des unités. Nouv. syntaxons: *Roccelletea phycopsis* cl. prov., *Dirinetalia massiliensis* ord. prov., *Roccelletalia fuciformis* ord. prov., *Lecanactidion monstrosae* all. prov., *Lecanactino monstrosae-Dirinetum insulanae* ass. nov.

92-080 FARKAS E. - **The foliicolous lichen flora and vegetation of the Usambara Mountains.** *In:* Hedberg I. and Persson E., Research for conservation of Tanzanian Catchment forests (Proc. Workshop, Mongoro, Tanzania 1989). Uppsala: Uppsala Univ. Reprocentr., 1990. Pp. 86-94, 2 fig. (Inst. Ecol. & Bot., Hung. Acad. Sci., H-2163 Vacratot).

Ecol., fréquence de 98 lichens foliicoles des Mts Usambara. 35 sont nouv. pour la région, 15 pour la Tanzanie et 6 pour l'Afrique. Diagn. des esp. nouv.: *Poria sphaerocephaloides*, *Macentina borhidii*, *Dimerella flavicans*, *D. pocsii*, *D. tanzanica*, *D. usambarensis* et *Byssoloma usambarense*.

92-081 FARKAS E. - **New and interesting records of Tanzanian foliicolous lichens.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 95-104, 4 fig. (Ibidem).

Les lichens foliicoles stricts sont représentés par 98 esp. en Tanzanie. Distr. Nécessité de poursuivre la recherche. *Fellhanera catella* (Vainio) c.n. (= *Pilocarpon*).

92-082 GALLOWAY D.J. - **Biogeographical relationships of Pacific tropical lichen floras.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 1-16 (Dept. Bot., Nat. Hist. Mus., Cromwell Road, London, UK).

La flore lichénique de l'Océan pacifique comprend des éléments: pantropical, paléotropical, endémique, cosmopolite, antitropical, indo-malais, pacifico-américain et austral. *Pseudocyphellaria diplomorpha* (Müll. Arg.) c.n. (= *Sticta*).

92-083 GLIME J.M. and IWATSUKI Z. - **Niche characteristics of *Cladonia* lichens associated with geothermal vents in Japan.** *Ecol. Res.* 1990, 5: 131-141, 2 tabl., 7 fig. (Dept. Biol. Sci., Michigan Technol. Univ., Houghton Michigan 49931, USA).

La tolérance au bas pH, aux hautes températures du sol, et à une humidité basse ou modérée permettent aux esp. de *Cladonia* de se développer là où les pl. vasculaires et même les mousses ne le peuvent pas. Ainsi elle évitent la compétition avec des plantes à croissance plus rapide.

92-084 GRILLO M. - **Florula lichenica [redacted] un'area della vallata del Fiume platani.** *Arch. Bot. Ital.* 1990, 66(3-4): 166-181, 2 tabl., 2 fig. (Ist. Bot. Univ., via Longo 19, I-95125 Catania).

Liste de 79 lichens avec loc.

92-085 GRONER U. und CLERC P. - **Ausgewählte Beispiele zur Flechtenflora des Bödmerenwaldes, Schwyz (Zentralschweiz).** *Bot. Helvet.* 1988, 98(1): 15-26, 4 fig. (Überlandstrasse 29, CH-8050 Zürich).

Morphol., présence, distr. de 13 lichens corticoles ou terricoles de l'aire forestière de Bödmeren (Suisse). Leur valeur comme indicateurs des conditions environmentales est discutée.

92-086 HERTEL H. - **New records of lecideoid lichens from the southern Hemisphere.** *Mitt. Bot. Staatssamml. München* 1989, 28: 211-238

50 taxons lecidéoïdes de l'Hémisphère Sud dont *Farnoldia similigena*, *Lecidea auriculata*, *L. ambonata* et *L. verrucosa*, nouv. pour cet hémisphère. *Lecidea sciatropha* Hue (néotype choisi) est syn. de *Carbonea assentiens* (Nyl.) Hertel.

92-087 JOHN V. - **Atlas der Flechten in Rheinland-Pfalz.** *Beiträge Landespflege Rheinland-Pfalz* "1990" 1991, 13(1): 1-276, ill. coul.; 13(2): 1-272, cartes (aut.: Pfalzmus. f. Naturkunde, Hermann-Schäfer Str. 17, D-6702 Bad Dürkheim 2; disponible chez Verlagsbuch. Emil Sommer, Kirchheimer Str. 20, D-6718 Grünstadt, prix: 49DM).

Orographie, géol., climat, végétation lichénique du Rheinland-Pfalz. Liste des esp. à protéger. Catalogue alphabétique des lichens (avec renvoi aux taxons valides) avec hab. et bibliogr.; nombreuses photos coul. de lichens. Méthode utilisée pour les cartes de répartiton; cartes. Index de 12 p.

92-088 **KONDRATYUK S.Ya., BEZNTS N.G. - Peculiarities of distribution of the toxitolerant lichen *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Cromb. in the Ukraine.** *Ukrajins'k. Bot. Žurn.* 1990, 47(1): 33-36, ukr., rés. angl. (Inst. Bot., MG Kolodnogo AN URSR, Kiev, USSR).

92-089 **KROG H. - Lichenological observations in low montane rainforests of eastern Tanzania.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 85-94, 2 fig. (Bot. Mus., Univ. Oslo, Trondheimsveien 23B, N-0562 Oslo 5).

Les genres *Cladia, Menegazzia* et *Siphula* sont nouv. pour la flore lichén. de l'Est africain. Diagn., descr. de *Parmotrema fragilescens* et de *P. laciniatulum* sp. nov. de Tanzanie. *Erioderma leylandii* et *Relicina planiuscula* sont nouv. pour l'Afrique; *Menegazzia terebrata, Phyllopsora mauritiana, Stereocaulon fibrillosum,* nouv. pour l'Afrique continentale; *Cladia aggregata, Hypotrachyna pseudosinuosa, Siphula decumbens,* nouv. pour l'Afrique E. Ecologie des macrolichens en forêt tropicale humide.

92-090 **LAMBLEY P.W. - Lichens of Papua New Guinea.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 69-84, 5 fig. (The Cottage, Elsing Road, Lyng, Norwich NR9 5RR, UK).

Survol de la flore des macrolichens en Papouasie Nouvelle-Guinée, en liaison avec l'hist. géol. de l'île et la distr. des habitats. Problèmes de conservation en relation avec l'augmentation de la destruction des forêts, le développement des mines et des activités agricoles.

92-091 **MARCELLI M.P. - Aspects of the foliose lichen flora of the Southern-Central coast of São Paulo State, Brazil.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 151-170, 10 fig., 2 tabl. (Inst. Bot., CP. 4005, CEP 01051, São Paulo SR, Brazil).

Répartition taxon. et par habitat des 161 esp. de lichens foliicoles sur le littoral S et central de l'Etat de São Paulo. Prédominance des Parmeliaceae et de *Parmotrema*. Toutes les esp. à cyanobactéries comme photosymbiotes ont été trouvées dans la Mangrove. Spécifité de l'habitat. Rôle de l'humidité et du vent dans la fertilité des esp.

92-092 **OXNER A.N., PIŠUT I., KONDRATYUK S.Ya. - Novelties for lichenoflora of the Ukrainian SSR.** *Ukrajins'k. Bot. Žurn.* 1989, 46(6): 98-100 (N.G. Kolodnogo Inst. Bot., Acad. Sci. Ukrainian SSR, Kiev, USSR).

Pyrrhospora quernea et *Caloplaca irrubescens* nouv. pour l'Ukraine, d'après des échantillons de l'herbier J. Nadvornik (Bot. Dept. Slovak. Natl. Mus.).

92-093 **ROSE F. et BOISSIERE J.C. - Catalogue raisonné des lichens du massif de Fontainebleau et des Trois Pignons. Les enseignements de cette étude.** *Bull. Soc. Bot. France* 1990, 137 *Actual. Bot.* (2-3): 173. (Rotherhurst, 36 St Mary's Road, Liss, Hampshire GU33 7AH, UK).

92-094 **ROSE F. - The epiphytic (corticolous and lignicolous) lichenflora of the Forêt de Fontainebleau.** *Bull. Soc. Bot. France* 1990, 137, *Actual. Bot.* (2-3): 197-209 (Ibidem).

Aperçu des communautés lichéniques en Forêt de Fontainebleau. Liste de 245 taxons. Bryophytes associés.

92-095 **SEDELNIKOVA N.V., LASHCHINSKY N.N., LUZANOV V.G. - Epiphytic lichens of Chernevoy forests of Salair (the Altai-Sayan mountain system).** *Bot. Žurn. (Moscow & Leningrad)* 1989, 74(11): 1572-1583, 1 tabl., en russe, rés. angl. (Centr. Sibir. bot. sad, CO AN SSSR, Novosibirsk, USSR).

Liste de 222 lichens avec habitat. La diversité spécifique de la région est à noter. Prédominance des esp. némorales.

92-096 **SIPMAN H.J.M. - Notes on the lichen flora of the Guianas, a neotropical lowland area.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and

ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 135-150, 1 fig., tabl. (Bot. Gard. & Bot. Mus., Königin Luise Str. 6-8, D-1000 Berlin 33).

En Guyana, les Lecanorales représentent 40% des lichens, les Graphidales 20%, les Pyrénulales 14%. 55 esp. nouv. pour la Guyana dont la majorité est foliicole. Modes de distr., phytogéogr.

92-097 STEVENS G.N. - **The tropical Pacific species of *Usnea* and *Ramalina* and their relationship to species in other parts of the world.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 47-67, 11 fig. (Dept. Bot., Univ. Queensland, St Lucia, Brisbane, Queensland 4072, Australia).

Les *Usnea* et les *Ramalina* d'Australie tropicale ou de la région Pacifique ouest sont soit maritimes soit montagnards, mais ne sont par pour autant confinés à ces régions. Les esp. de ces deux genres ont une très large distr. En suivant la paléogéogr. des phorophytes pour les esp. maritimes ou montagnardes, il est possible d'envisager les origines tropicales ou tempérées des lichens.

92-098 WEI J.C. and JIANG Y.M. - **Some foliicolous lichens in Xishuangbanna, China.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 201-216, 10 fig. (Syst. Mycol. & Lichenol. Lab., Inst. Microbiol., Acad. Sinica, Beijing, China).

Liste de 20 esp. de lichens foliicoles avec loc. Noter les genres *Asterothyrium, Byssolecania, Dimerella, Fellhanera, Gyalectidium, Opegrapha* et *Trichothelium*, ainsi que 15 esp. et 1 var. nouv. pour la Chine. *Byssolecania deplanata* nouv. pour l'Asie.

92-099 WIRTH V. and OBERHOLLENZER H. - **Lichen mapping in Europe.** (Proc. 1st Meet. Lichen Mapping in Europe, Stuttgart, Sept. 22-24, 1989). *Stuttgarter Beitr. Naturk. Ser. A (Biol.)* 1990, 456: 1-199, ill. (ISSN 0341-0145, Rosenstein 1, D-7000 Stuttgart 1).

31 contributions exposant l'état et les problèmes de la cartographie lichénique dans 22 pays européens. Les méthodes à employer et les recommandations pour une coopération internationale sont discutées. Revue des différents projets de cartographie en Allemagne.

92-100 WITTMANN H. und TÜRK R. - **Flechten und Flechtenparasiten der Ostalpen I.** *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 1989, 60: 169-181, 10 fig. (Inst. Pflanzenphysiol., Univ. Salzburg, Hellbrunnerstr. 34, A-5020 Salzburg).

Liste avec loc. et indications morphol. et écol. des lichens et parasites de lichens des Alpes E. *Endocarpon psorodeum, Epilichen glauconigellus* et *Trapelia obtegens* sont nouv. pour l'Autriche.

92-101 WOLSELEY P.A. - **Observations on the composition and distribution of the '*Lobarion*' in forests of South East Asia.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 217-243, 7 tabl., 4 fig. (Nettlecombe Stud., Williton, Taunton, Sommerset TA4 4RS, UK).

Les membres des Lobariaceae contribuent à une communauté épiphyte distincte et bien développée au sein de la végétation bryo-lichénique associée aux forêts des régions tropicales et tempérées. Comparaison du *Lobarion* en Asie du SE et en Europe. Facteurs affectant la localisation et la distr. de cette communauté dans les forêts tropicales. Rôle de l'exploitation forestière et de la dégradation des grandes forêts en Asie du SE dans le développement du *Lobarion*.

Voir aussi: 92-017, 92-028, 92-068, 92-104, 92-107.

Pollution

92-102 BARGAGLI R. - **Assessment of metal air pollution by epiphytic lichens: the incidence of crustal materials and of the possible uptake from substrate barks.** *Stud. Geobot.* 1990, 10: 97-103, 1 fig., 2 tabl. (Dipto. Biol. Ambientale, Univ. Siena, via delle Cerchia 3, I-53100 Siena).

Contenu en Al, Cu, Fe, Mn, Zn de *Parmelia sulcata* du Mt Amiata.

92-103 FALTYNOWICZ W., IZYDOREK I., BUDZBON E. - The lichen flora as bioindicator of air pollution of Gdansk, Sopot and Gdynia. *Monographiae Botanicae* 1991, 73: 1-52, 13 fig., 1 tabl. (Dept. Pl. Ecol. & Nature Protect., Univ. Gdansk, Czolgistow 46, PL-81-378 Gdynia).

Détermination de 4 zones de pollution atmosphérique dans la région de Gdansk, Sopot et Gdynia, en fonction de la présence des lichens. Mise en évidence de 4 groupes d'espèces indicatrices du degré de pollution. Relation entre l'importance de la pollution et l'activité industrielle. Liste de 269 lichens avec loc.

92-104 NIMIS P.L. and MONTE M. - Lichens and monuments (Proc. Symp. Rome 21-24. IX. 1988). *Stud. Geobot.* 1988, 8: 1-133, ill.

12 contributions concernant l'établissement, la floristique, l'observation microscopique d'installation, la colonisation des lichens sur les monuments et les fresques. Moyens de lutte.

92-105 VONARBURG C., RUOSS E., BURGA C.A. - Bioindikation mit Flechten an Rosskastanien am Zürichsee. *Vierteljahrs. Naturforsch. Ges. Zürich* 1990, 135(4): 239-258, 10 fig. (Natur. Mus. Luzern, Kasernenplatz 6, CH-6003 Luzern).

La zonation des lichens et l'index lichénique montrent qu'il y a baisse de concentrations de polluants. Le SO_2 joue un rôle essentiel dans la pollution. De plus, il pourrait y avoir un effet synergistique avec d'autres substances.

Voir aussi: 92-071, 92-076, 92-085, 92-088, 92-107.

Ouvrages généraux

92-106 GALLOWAY D.J. - Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991, XIV, 302 p., ill. (The systematics association special volume n° 43) (aut.: Dept. Bot., The Nat. Hist. Mus., Cromwell Road, London SW7 5BD, UK; ed.: Oxford University Press, Saxon Way West, Corby NN18 5ES,UK; ISBN 0-19-857720-6, prix 50 £).

L'ouvrage contient certaines (17) des communications présentées lors d'une conférence sur l'état des connaissances, la conservation, la systématique et l'écologie des lichens tropicaux (Natural History Museum, London sept. 1989). On y remarque une prédominance d'articles touchant aux lichens foliicoles et aux problèmes de conservation des lichens dans cette zone. En épilogue, T.D.V. Swinscow souligne que sur les 60 participants, seuls deux vivent sous les tropiques. Les scientifiques doivent essayer d'intéresser les habitants de ces régions à leurs études, pour leur permettre de développer l'idée que l'environnement naturel est une partie de leur vie (Voir les n° 92-063, 92-064, 92-066, 92-068, 92-074, 92-081, 92-082, 92-089 à 92-091, 92-096 à 92-098, 92-101, 92-108, 92-109).

92-107 IX Simposio Nacional de Botánica criptogámica. Programa científico y resúmenes de las conferencias y paneles. Salamanca 24-27 sept. 1991. Salamanca: Universidad de Salamanca, 1991, 305p.

BRYOPHYTES - Résumé des conférences: H. BISCHLER-CAUSSE - La Flora hepaticológica del Mediterráneo; R.M. ROS ESPIN - Utilización de cultivos en Briología; I. GRANZOW DE LA CERDA - Metodologia cladística en el género *Tortula*: Una esperanza para la clasificacion de las Pottiae?; V. MAZIMPAKA - Utilización de los briofitos como monitores de contaminación atmosférica por metales pesados; A. VELASCO NEGUERUELA - Química y anatomía en la sistematica y filogenia de musgos (Bryopsida). - Résumé de 35 posters portant sur la taxonomie, la physiologie, l'écologie des bryophytes dans la Péninsule ibérique, ainsi que les relations bryophytes-pollution. LICHENS - Résumé des conférences: P.L. NIMIS - Utilización de los líquenes come bioindicadores de contaminación atmosférica. Problemas metodológicos; E. BARRENO- Análisis fitogeográfico del elemento mediterráneo en líquenes; L.G. SANCHO - La ecofisiología, una forme precisa de experimentación autoecologica; M.J. SANZ-SANCHEZ - Efectos del SO_2 sobre la fotosíntesis, respiración y otros procesos metabólicos en líquenes; J.M. EGEA - Taxonomía liquénica: Metodología, progresos y problemas en la región mediterránea; P.L. NIMIS - Aplicación de los programas de analisis multivariante de Wildé & Orloci al estudio de las comunudades vegetales.- Résumé de 50 posters portant sur la taxonomie, la physiologie, la chimie, la floristique, le photobionte des lichens dans la Péninsule ibérique, ainsi que sur les lichens comme bioindicateurs de pollution.

Protection de la nature

92-108 **ARVIDSSON L. - On the importance of botanical gardens for lichens in the Asian tropics.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford: Clarendon Press, 1991. Pp. 193-199, 2 fig. (Naturhist. Mus., PO Box 7283, S-40235 Göteborg).

92-109 **SMITH C.W. - Lichen conservation in Hawaii.** *In:* Galloway D.J., Tropical lichens: their systematics, conservation and ecology. Oxford, Clarendon Press, 1991, Pp. 35-45 (Dept. Bot., Univ. Hawaii at Manoa, 3190 Mail Way, Honolulu HI 92822 USA).

Non seulement mais surtout l'exploitation forestière menace la flore lichénique à Hawaii. Dans certains endroits les bryophytes prédominent.

Voir aussi: 92-066, 92-075, 92-090, 92-101.

Documentation, Histoire des Sciences

92-110 **CIESLINSKI S., SEAWARD M.R.D. - Zygmunt Tobolewski 1927-1988.** *Herzogia* 1990, 8(3-4): 433-438, portrait, bibliogr. (Univ. Poznanski, Zakad Syst., Geogr. Rosl., Stalingradzka 14, PL-61-713 Poznan).

92-111 **HAWKSWORTH D.L. and AHTI T. - A bibliographic guide to the lichen floras of the world (second edition).** *Lichenologist* 1990, 22(1): 1-78 (CAB International Mycol. Inst., Ferry Lane, Kew Surrey, TW9 3AF, UK).

Bibliographie sélective (1390 réf.) des flores lichéniques par continent et pays, avec indication des sources (monogr., compil. bibliogr., périodiques, exsiccata, herb.). Index des pays et des îles traités.

92-112 **Festschrift 200 Jahre Regensburgischen Botanischen Gesellschaft. Teil 1: Zur Geschichte der Geselllschaft von 1790 bis 1990.** *Hoppea* (Denkschr. Regensburg. Bot. Ges.) 1990, 49 (Inst. Bot., Postfach 397, D-8400 Regensburg).

92-113 **TURNER N.J., THOMSON L.C., THOMPSON M.T. - Thompson Ethnobotany. Knowledge and usage of plants by the Thompson indians of British Columbia.** *Roy. Brit. Columbia Mus.* 1990, 3: 1-335, 64 fig.

350 esp. nommées et reconnues par les Indiens Thompson, leur utilisation en médecine, en alimentation et comme matériaux. Seules quelques plantes sont encore utilisées. Bryophytes et lichens cités.

92-114 **VIEIRA DA SILVA J. - Hommage à Gaston Bonnier. Centenaire de la création du laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau-Avon, le 17 novembre 1989.** *Bull. Soc. Bot. France* 1990, 137, *Actual. Bot.* (2-3): 91-244.

Evocation de l'oeuvre botanique de Gaston Bonnier (1853-1922), qui fut un éminent pédagogue et un botaniste de terrain, ainsi que de la création en 1889 du laboratoire de biologie végétale à Fontainebleau. Cet hommage comprend 7 articles scientifiques dont 3 à propos de lichens du massif de Fontainebleau.

Voir aussi: 92-061.

INFORMATIONS

Ouvrages récemment reçus - Voir les n° 92-001, 92-008, 92-087, 92-103, 92-106, 92-107.

Nouveau périodique - *Polish Botanical Studies* - ISSN 0867-0730, publié par Polish Acad. Sci., W. Szafer Inst. Bot., Lubicz ul. 46, PL-31-512 Krakow; 2 numéros par an depuis 1990.

Bulletin d'informations de l'association française de lichénologie 1991, 16(2), 95 p. - Le Bulletin de l'AFL poursuit sa rénovation: les articles de fond sont plus nombreux; les informations taxonomiques et bibliogr. très complètes. Le Conseil d'Administration de l'AFL a subi quelques changements avec notamment le départ de M.A. Letrouit, R. Lallemant, M. Lerond, J. Wagner et M. Avnaim; l'arrivée de J.C. BOissière, C. Coste, S. Deruelle, J.P. Gaveriaux; A. Bellemere demeure le président de cette association en plein renouveau. Renseignements: AFL, Lab. Cryptogamie, Univ. Paris VI, BP 33, 7 quai St Bernard, F-75252 Paris Cedex 05.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

CRYPTOGAMIE, Bryologie-Lichénologie publie les résultats des recherches scientifiques en systématique, biologie et écologie des Bryophytes et des Lichens. La revue accepte les articles rédigés en français, anglais, allemand, espagnol et italien.

TEXTE. - Les manuscrits doivent être fournis en double exemplaire, dactylographiés à double interligne, sans rature ni surcharge, sans mots coupés et avec des marges de 4cm de chaque côté. Chaque manuscrit devra comporter:

- le titre de l'article, dans la langue du manuscrit, et sa traduction en anglais;
- le titre courant (haut-de-page) de 50 signes au maximum;
- les noms, prénoms et adresses des auteurs;
- deux résumés, l'un dans la langue du manuscrit, l'autre en français ou en anglais, d'environ 180 mots ou 15 lignes, faisant ressortir les résultats essentiels exposés dans l'article;
- des mots-clés qui seront sélectionnés par le Comité de Lecture;
- des légendes explicites des figures, planches et tableaux dans la langue du manuscrit et en anglais (ou français).

La présentation du texte devra faire apparaître clairement ses subdivisions et leur hiérarchie, ainsi que le début des paragraphes. Les notes infrapaginales seront numérotées et placées à la fin du texte.

RÉFÉRENCES. - La liste bibliographique devra se faire par ordre alphabétique des auteurs et chronologique par auteurs sans tenir compte des auteurs secondaires. Les titres des périodiques devront être abrégés suivant le B-P-H (Botanico-Periodicum-Huntianum, Pittsburg: Hunt Botanical Library, 1968), les ouvrages cités selon F.A. Stafleu & R.S. Cowan, 1976- ... Taxonomic literature. Ed. 2. Utrecht Antwerpen: Bohn, Scheltema & Holkema. Les références devront être présentées selon les modèles suivants:

MONTAGNE C., 1838 - Centurie des plantes cellulaires exotiques nouvelles. *Ann. Sci. Nat., Bot.*, sér. 2, 9: 38-57.

NEES VON ESENBECK C.G., 1836 - Hepaticae. *In:* Lindley J., A natural system of Botany ... Ed.2. London. Pp. 412-414.

WATSON E.V., 1971 - The structure and life history of bryophytes. Ed. 3. London: Hutchinson University Library. 211p., 26 fig.

Les renvois à la liste bibliographique se feront par le nom de l'auteur et l'année de publication (utiliser "et al." lorsque l'article est signé par plus de deux auteurs) et non par des renvois numériques.

ILLUSTRATIONS. - Toutes les illustrations, y compris les tableaux, doivent être des originaux de qualité suffisante pour la reproduction directe en offset. Elles devront comporter les échelles (les grandissements x ... sont prohibés), les symboles nécessaires à leur compréhension, et être numérotées dans l'ordre d'appel dans le texte. Les tableaux devront être dactylographiés clairement, sans rature ni surcharge, en s'assurant de la qualité de la frappe. Les documents photographiques doivent être montés par planches. Les dimensions des originaux ne devront pas excéder le triple de celle de leur reproduction définitive (justification de la revue: 11,5 x 17,5cm) et les auteurs choisiront l'épaisseur des traits et la taille des caractères en fonction de la réduction éventuelle.

La publication de planches en couleurs est à la charge des auteurs.

Pour diminuer les délais de parution, envoyez à la rédaction la version finale de votre article, enregistrée sur disquette en "format texte". Cette disquette devra être utilisable sous DOS (IBM) ou MacIntosh.

Tirages à part: limités à 150, dont 25 gratuits.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

CRYPTOGAMIE, Bryologie-Lichénologie publishes the results of scientific research in systematics, biology and ecology of bryophytes and lichens. The journal accepts manuscripts written in French, English, German, Spanish, and Italian.

TEXT. - Two copies of the manuscripts, typed in double-spacing on one side paper with margins of 4cm, should be sent to the Redaction. Each typescript should include:
- the title, in the language of the manuscript, and its translation in English;
- the running title, of no more than 50 letters;
- the name and first name(s) of each author, and their complete address;
- two summaries, the first in the text language, the other in French or in English, of no more than 180 words or 15 lines, pointing out the main results of the paper;
- key words, chosen by the Review Comittee;
- legends of text-figures, plates and tables should be self-explanatory, and listed together; written in the text language, and in English or in French.

The presentation of the text should point out very clearly its subdivisions and their hierarchy, as well as the beginning of each paragraph. The foot-notes should be numbered and collected at the end.

REFERENCES. - The references should be listed at the end of the text, arranged alphabetically and chronologically according to the first author. The titles of the journals should be abbreviated according to B-P-H (Botanico-Periodicum-Huntianum, Pittsburgh: Hunt Botanical Library, 1968), the books, cited according to F.A. Stafleu & R.S. Cowan, 1976- Taxonomic literature. Ed. 2. Utrecht Antwerpen: Bohn, Scheltema & Holkema. In the list of the references, the following outline should be adopted:

MONTAGNE C., 1838 - Centurie des plantes cellulaires exotiques nouvelles. *Ann. Sci. Nat., Bot.*, sér. 2, 9: 38-57.

NEES VON ESENBECK C.G., 1836 - Hepaticae. *In:* Lindley J., A natural system of Botany ... Ed.2. London. Pp. 412-414.

WATSON E.V., 1971 - The structure and life history of bryophytes. Ed. 3. London: Hutchinson University Library. 211p., 26 fig.

The corresponding references in the text should figure by the name of the author and the year of publication (use "et al.", for more than two authors). The numeric refer is prohibited.

ILLUSTRATIONS. - Each illustration, included tables, should be original ones, clearly drawn or typed, and of good quality, ready for direct reproduction by offset. They should include the scale bars, symbols necessary for their understanding, and they should be numbered consecutively, according to the order in the text. The photographs should be mounted on light carbocard, ready for reproduction. Originals should not be more than three times the size of the final reproduction (11.5x17.5cm). The authors should choose very carefully the corresponding thickness of lines, or characters size.

The publication of color plates is at the charge of the authors.

For shortening the delays of the publication, the author can send to the Redaction, the corrected version of his manuscript, on diskette in "text format". That diskette should be used under DOS (IBM) or MacIntosh.

Separata: not more than 150, of which 25 free copies.



Commission paritaire 15-9-1981 - N° 58611 - Dépôt légal 1er trimestre 1992 - Imprimerie F. Paillart
Sortie des presses le 31 janvier 1992 - Imprimé en France
Éditeur : A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames)
Président : R. Baudoin ; Secrétaire : D. Lamy
Trésorier : J. Dupont ; Directeur de la publication : H. Causse

CRYPTOGAMIE

LE PÉRIODIQUE FRANÇAIS CONSACRÉ A LA CRYPTOGAMIE

CRYPTOGAMIE est un périodique édité par l'A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames), dont le siège est au Laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle. Les chercheurs de tous pays y publient leurs travaux en français, allemand, anglais, espagnol et italien, après accord des Comités de Lecture constitués de spécialistes de réputation internationale.

CRYPTOGAMIE propose trois sections:

Cryptogamie, Algologie
Cryptogamie, Mycologie
Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie

Chaque section publie 4 numéros par an (tirage: 450 exemplaires).

THE FRENCH JOURNAL DEVOTED TO CRYPTOGAMY

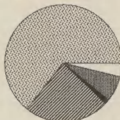
CRYPTOGAMIE is a periodical published by A.D.A.C. (Association des Amis des Cryptogames), settled at Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle. Research workers from the whole world publish their papers in French, German, English, Spanish and Italian, after acceptation by a selection commettee that comprises experts of international renown.

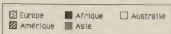
CRYPTOGAMIE offers to its subscribers three sections:

Cryptogamie, Algologie
Cryptogamie, Mycologie
Cryptogamie, Bryologie-Lichénologie

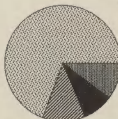
Each section publishes 4 numbers a year (printing: 450 ex.).

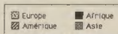
Diffusion de CRYPTOGAMIE



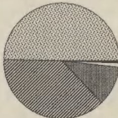


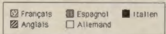
Origine des 453 articles publiés de 1986 à 1991





Répartition des articles publiés de 1986 à 1991 selon la langue





Source MNHN, Paris

SOMMAIRE

P. BOUDIER - *Tortula rigescens* Broth. & Geh. (Pottiaceae - Musci), nouveau pour la bryoflore européenne 1

R. GAUTHIER - Découverte de *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr. et de *Sphagnum warnstorfii* Russow en Espagne 7

J.P. HÉBRARD, R. LOISEL et H. GOMILA - Contribution à l'étude de l'effet du débroussaillement sur le peuplement muscinal, au niveau de quelques formations arborées et arbustives répandues en terrain siliceux dans le massif des Maures (Var, France) 15

J. MARTINEZ-ABAIGAR y A. EDERRA - Brioflora del rio Iregua (La Rioja, España) 47

A. APTROOT, W.O. van der KNAAP and J. JANSEN - Twelve new lichens for Portugal collected from the Serra da Estrela 71

Bibliographie
Bryophytes 75
Lichens 81

Informations 89

Instructions aux auteurs 91

Cryptogamie, Bryol. Lichénol., *13 (1)*: *1-92*